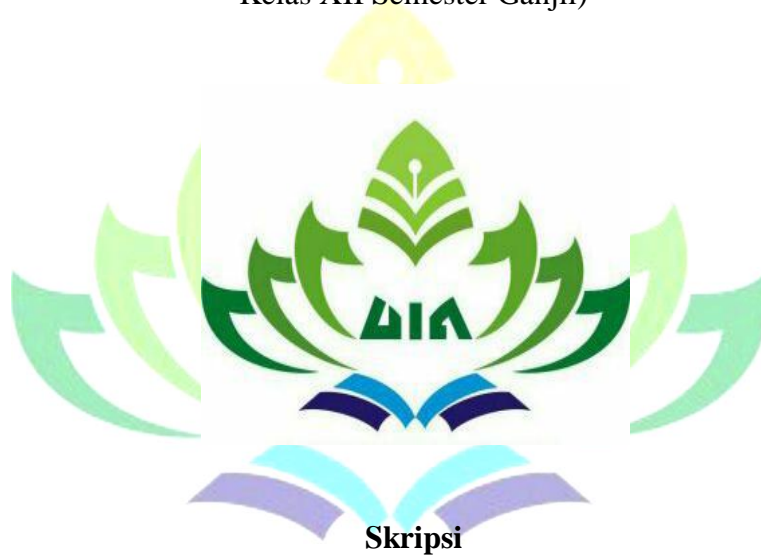


**KARAKTERISTIK STOMATA PADA DAUN SUKU Myrtaceae
DI UIN RADEN INTAN LAMPUNG**

(Studi Deskriptif Sebagai Sumber Belajar Peserta Didik Materi Fotosintesis SMA
Kelas XII Semester Ganjil)



**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Biologi**

Oleh

**MAYA YUNILASARI
NPM. 1411060333
Jurusan : Pendidikan Biologi**

**PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1440 H/2018 M**

**KARAKTERISTIK STOMATA PADA DAUN SUKU Myrtaceae
DI UIN RADEN INTAN LAMPUNG**

(Studi Deskriptif Sebagai Sumber Belajar Peserta Didik Materi Fotosintesis SMA
Kelas XII Semester Ganjil)

Skripsi

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
Dalam Ilmu Biologi**

Oleh

**MAYA YUNILASARI
NPM : 1411060333
Jurusan : Pendidikan Biologi**

Pembimbing I : Dr. Hj. Nilawati Tajuddin, M.Si

Pembimbing II : Marlina Kamelia, M.Sc

**PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1440 H/2018 M**

ABSTRAK
KARAKTERISTIK STOMATA PADA DAUN SUKU *Myrtaceae*
DI UIN RADEN INTAN LAMPUNG

Oleh
Maya Yunilasari

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik stomata pada daun suku *Myrtaceae* di UIN Raden Intan Lampung yaitu pada tanaman pucuk merah, hal ini didasari karena pada wilayah kampus tanaman pucuk merah memiliki populasi terbanyak diantara jenis tanaman suku *Myrtaceae* lainnya. Pucuk merah (*Syzygium oleina*) banyak ditanam pada wilayah kampus terutama di lokasi yang terpapar polusi, seperti pada area-area parkir. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan pendekatan laboratorik, pengambilan sampel dilakukan pada 9 area parkir, diantaranya parkir rektorat, akademik pusat, perpustakaan pusat, fakultas dakwah, syariah, FEBI, Ushuludin, tarbiyah 1 dan 2. Parameter yang diamati ialah jumlah, kerapatan dan ukuran stomata. Hasil penelitian menunjukkan, setiap area parkir memiliki jumlah, kerapatan dan ukuran stomata yang berbeda. Perbedaan hasil dikarenakan adanya pengaruh emisi kendaraan pada setiap area parkir. Semakin tinggi jumlah, kerapatan dan menurunnya ukuran stomata maka kualitas udara semakin tercemar, sebaliknya semakin rendah jumlah dan kerapatan serta meningkatnya ukuran stomata maka diketahui kualitas udara semakin baik.

Kata kunci : Karakteristik stomata (jumlah, kerapatan dan ukuran stomata)
Pencemaran udara, *Syzygium oleana*



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703289

PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Karakteristik Stomata pada Daun Suku Myrtaceae di
UIN Raden Intan Lampung
Nama : Maya Yunilasari
NPM : 1411060333
Jurusan : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan keguruan

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dipertahankan dalam Sidang Munaqosyah
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Hj. Nilawati Tajuddin, M.Si
NIP. 19550826 198303 2 002

Marlina Kamelia, M.Sc
NIP. 19810314 2015 03 2 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
NIP. 198402282006041004



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin, Sukarame Bandar Lampung Telp. 0721 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul : **Karakteristik Stomata pada Daun Suku Myrtaceae di UIN Raden Intan Lampung**, disusun oleh : **Maya Yunilasari, NPM : 1311060333**,
Jurusan : **Pendidikan Biologi**, diujikan dalam sidang Munaqosyah pada hari **Jumat**,
16 November 2018 Jam 10.00-12.00 WIB, Tempat : **Ruang Munaqosyah Biologi**.

TIM PENGUJI

Ketua : **Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd** (.....)

Sekretaris : **Laila Puspita, M.Pd** (.....)

Pembahas Utama : **Dwijowati Asih Saputri, M.Si** (.....)

Pembahas Pendamping I : **Dr. Hj. Nilawati Tajuddin, M.Si** (.....)

Pembahas Pendamping II : **Marlina Kamelia, M.Sc** (.....)

Dekan,

Tarbiyah dan Keguruan,

Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd

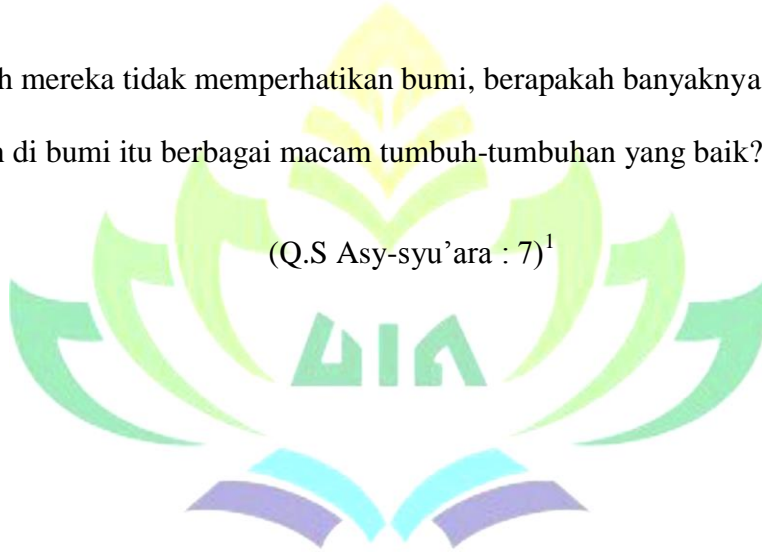
NILAI 195608 10198703 1 001

MOTTO

﴿كَرِيمٌ زَوْجٌ كُلِّ مِنْ فِيهَا أَنْبَتْنَا كَمَّا الْأَرْضِ إِلَى يَرَوْنَ أَوَّلَهُ﴾

Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?

(Q.S Asy-syu'ara : 7)¹



¹Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya* (Bandung : CV Diponegoro, 2013), h. 367

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir pada perkuliahan ini. Dengan rasa syukur yang tak terhingga, skripsi ini penulis persembahkan untuk :

Kedua orang tuaku, Ayahanda Sukadi dan Ibunda Supriyaningsih, yang dalam sujud mendo'akan, membimbingku, memberikan motivasi dan dukungan baik moril maupun material, serta tidak henti-hentinya berdo'a untuk keberhasilanku, terima kasih untuk semuanya. Kepada kakakku Imam Robaidan adikku Tria Okta Sari yang tersayang, terima kasih atas kasih sayang dan perhatian yang luarbiasa serta selalu memberikan motivasi untuk terus berusaha tanpa kenal lelah dalam menuntut ilmu.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Maya Yunilasari. Dilahirkan di Desa Dwimulyo, pada tanggal 8 Juni 1996, Kec. Penawartama, Kab. Tulang Bawang. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, putri dari Bapak Sukadi dan Ibu Supriyaningsih.

Penulis mengawali pendidikan Sekolah Dasar di SDN 04 Dwimulyo, dari tahun 2003 sampai dengan 2009, kemudian melanjutkan pendidikan di jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) yaitu di Madrasah Tsanawiyah (MTs) Nurul Huda dimulai dari tahun 2009 sampai dengan 2011. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) dari tahun 2011 sampai dengan 2014.

Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai salah satu mahasiswi di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung, pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan jurusan Pendidikan Biologi. Pada bulan Agustus 2017 penulis Kuliah Kerja Nyata (KKN) di desa Gading Rejo, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Tanggamus. Penulis melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di SMA Negeri 7 Bandar Lampung. Sebagai siswa dan mahasiswa aktif dalam berbagai kegiatan intra dan ekstra. Penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Morfologi Tumbuhan dalam dua periode.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta sholawat yang selalu tercurahkan kepada junjungan kita, Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul KARAKTERISTIK STOMATA PADA DAUN SUKU Myrtaceae DI UIN RADEN INTAN LAMPUNG. Dalam penyusunan skripsi ini penuli menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd selaku ketua Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Ibu Dr. Hj. Nilawati Tajuddin, M.Si selaku pembimbing I yang telah membimbing dan memberi pengarahan terhadap penulis dalam menyelesaikan skripsi.
4. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan pengarahan, dengan penuh pengertian dan kesabaran dalam penyusunan skripsi ini.

5. Ibu Dwijowati Asih Saputri, M.Si, selaku Sekertaris Jurusan program studi Pendidikan Biologi yang telah membantu dalam memberikan pengarahan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung khususnya prodi pendidikan biologi yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menuntut ilmu di kampus UIN Raden Intan Lampung.
7. Teman-teman satu bimbingan dan teman-teman jurusan Pendidikan Bilogi F angkut 2014, yang selalu saling memotivasi, memberi semangat serta dukungannya.
8. Teman-teman PPL dan KKN yang saling member semangat.

Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayah-Nya sebagai balasan semua bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, diharapkan kepada para pembaca kiranya memberikan kritik dn saran yang sifatnya membangun dalam. Penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Aamiin

Bandar Lampung
Penulis

2018

Maya Yunilasari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN.....	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	9
C. Batasan Masalah.....	9
D. Perumusan Masalah	10
E. Tujuan Penelitian	10
F. Manfaat Penelitian	10

BAB II LANDASAN TEORI

A. Emisi Kendaraan	11
B. Pencemaran udara	13
C. Pengaruh Emisi Terhadap Tumbuhan.....	17

D. Myrtaceae.....	24
Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>).....	25
E. Fotosintesis dan Transpirasi	30
1. Fotosintesis.....	30
2. Transpirasi.....	31
F. Stomata	33
1. Bagian-Bagian Stomata.....	35
2. Tipe-Tipe Stomata.....	36
G. Analisis Materi Pembelajaran	40
H. Kerangka Berfikir.....	41
I. Hipotesis	43
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	44
B. Alat dan Bahan.....	44
C. Populasi dan Sampel	45
D. Metode Penelitian.....	47
E. Cara Kerja	48
F. Parameter Penelitian.....	49
G. Analisis Data	49
H. Alur Kerja Penelitian.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Gambaran Lokasi Penelitian	51
B. Karakteristik Stomata.....	52
C. Emisi Gas Buang.....	59
D. Hubungan Stomata Dengan Emisi	62
E. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar.....	70
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	72
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

2.1 Klasifikasi Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>)	27
4.1 Jumlah, Kerapatan dan Ukuran Stomata Daun Pucuk Merah.....	52
4.2 Rerata Jumlah Emisi (gr/hari) Pada Setiap Area Parkir.....	59



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Pucuk Merah (<i>Syzygium oleana</i>).....	26
Gambar 2.2 TipeAnomositik.....	37
Gambar 2.3 TipeAnisositik	38
Gambar 2.4 TipeParasitik.....	38
Gambar 2.5 TipeDiasitik.....	39
Gambar 2.6 Tipe Aktinositik.....	39
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Lapangan	47
Gambar 4.1 Stomata Area Parkir Rektorat	54
Gambar 4.2Stomata Area Parkir Akademik Pusat.....	54
Gambar 4.3Stomata Area Parkir Perpustakaan Pusat	54
Gambar 4.4Stomata Area Parkir Dakwah.....	54
Gambar 4.5 Stomata Area Parkir Syariah	55
Gambar 4.6 Stomata Area Parkir FEBI.....	55
Gambar 4.7 Stomata Area Parkir Ushuludin.....	55
Gambar 4.8 Stomata Area Parkir Tarbiyah 1	55
Gambar 4.9 Stomata Area Parkir Tarbiyah 2.....	55
Gambar 4.10 Grafik Rerata Jumlah Stomata Pada Setiap Area Parkir	56
Gambar 4.11 Grafik Rerata Kerapatan Stomata Pada Setiap Area Parkir	56
Gambar 4.12 Ukuran Stomata.....	57
Gambar 4.13 Grafik Rerata Ukuran Stomata Pada Setiap Area Parkir.....	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Lokasi penelitian	87
2. Data hasil perhitungan jumlah tumbuhan Myrtaceae.....	88
3. Data hasil jumlah stomata	90
4. Data hasil kerapatan stomata	93
5. Data ukuran stomata	97
6. Data jumlah kendaraan dan emisi gas buang	100
7. Hasil analisis Uji ANOVA	
Jumlah, kerapatan dan ukuran stomata	108
Emisi gas buang	114
8. Foto hasil pengamatan jumlah dan kerapatan stomata.....	130
9. Foto hasil pengamatan ukuran stomata	175
10. Foto penelitian.....	205
11. Panduan praktikum.....	211
12. Silabus SMA/MA kelas XII.....	221

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung merupakan salah satu kampus yang ada di wilayah propinsi Lampung. Kampus ini mengalami peningkatan dalam beberapa aspek pada setiap tahunnya, salah satu contohnya ialah pada bidang pembangunan fisik. Bangunan fisik ditandai dengan berdirinya gedung-gedung fakultas baru di area kampus, selain itu juga dibarengi dengan pertumbuhan jumlah kendaraan yang digunakan oleh kalangan warga UIN Raden Intan Lampung. Kendaraan yang bertambah jumlahnya mengakibatkan tingginya permintaan bahan bakar, yang kemudian dapat berdampak negatif yaitu meningkatkan kadar polusi di udara akibat emisi dari asap kendaraan tersebut. Emisi kendaraan yang dihasilkan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran udara.

Pencemaran udara diartikan sebagai masuk atau dimasukannya suatu zat, energi ataupun komponen-komponen lainnya ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mengakibatkan kualitas udara ambien turun sampai pada tingkat tertentu yang dapat menyebabkan udara ambien tidak memenuhi

fungsinya.² Sumber pencemar berasal dari setiap usaha dan kegiatan yang dapat mengeluarkan bahan pencemar sehingga dapat menyebabkan udara tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.³ Allah SWT telah mengingatkan, adanya akibat dari perbuatan manusia tersebut, untuk memberi motivasi agar manusia selalu berbuat kebaikan di dunia dan tidak membuat kerusakan.

Dalam ayatnya Allah SWT berfirman:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ ﴿٥٦﴾

Artinya : “Dan janganlah kamu membuat kerusakan di bumi, setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harapan. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.” (QS Al-Araf : 56)⁴

Tafsir Abu Yahya menjelaskan, ayat di atas merupakan salah satu ayat yang menjadi bukti-bukti terhadap kekuasaan Allah SWT dalam menciptakan alam semesta, dorongan ber-tadharru’ dan berdoa kepada—Nya, serta bagaimana bermohon kepada—Nya. Ayat tersebut menjelaskan bahwa manusia tidak diperkenankan berbuat kerusakan di bumi. Allah SWT telah menciptakan alam semesta dalam keadaan harmonis, serasi dan memenuhi kebutuhan makhluk,

² Asep Zainal Mutaqin, dkk, “Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan”. *Jurnal Biodjati*, Vol.1 No.1 (November 2016) h. 13

³ Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, No.41 (1999) tentang Pengendalian Pencemaran Udara.

⁴ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya* (Bandung : CV Diponegoro, 2013) h.157

menjadikannya baik bahkan memerintahkan hamba-hamba-Nya untuk memperbaiki (dengan mengutus para rasul). Allah memerintahkan umatnya agar berdoa dengan rasa takut (atas siksaan dan takut jika ditolak) dan penuh harapan. Seseorang berdoa hendaknya tidak merasa ujub atas dirinya, dan tidak berdoa dengan hati lalai. Melainkan seseorang melakukannya dengan ihsan, yakni bersungguh-sungguh, berlaku ihsan dalam ibadah dan terhadap orang lain, apabila seorang hamba banyak berlaku ihsan, maka akan semakin dekat dengan rahmat Allah.⁵ Hal ini mengantarkan manusia untuk berfikir, bahwasanya Allah menciptakan segala sesuatunya tidak dengan sia-sia, melainkan supaya umat Islam bertaqwa dan berbuat sesuai atas kehendak-Nya.

Tumbuhan merupakan salah satu makhluk hidup yang berpotensi dalam mengurangi polusi di udara seperti CO₂ dan polusi debu, sehingga sangat efektif digunakan sebagai bioakumulator pencemaran udara. Tumbuhan terutama pada bagian daun ialah bagian yang paling peka terhadap pencemaran udara. Konsentrasi polusi atau pencemar di udara yang terlalu tinggi dapat memengaruhi pertumbuhan pada tanaman. Pengaruh bahan pencemar dapat dilihat dari kerusakan yang terjadi pada tanaman, secara morfologis misalnya *clorosis* (rusaknya zat hijau daun sehingga daun menguning) dan *nekrosis* (kematian sel berupa bercak) secara anatomi seperti struktur sel. Kerusakan lain seperti

⁵ Abu Yahya Marwan bin Musa, "Tafsir Al-Quran Hidayatul Insan Jilid 2 dari Surah Al-A'raaf sampai Surah Thaha," (2013), h. 19. (On-line) tersedia di <https://omarchive.org/items/TafsirAlQuranAlKarimHidayatulInsanJilid2/pdf>

gangguan nutrisi dan atraksional biologis yaitu terjadinya penurunan kandungan enzim, serta terganggunya respon fisiologis yaitu perubahan pada sistem fotosintesis.

Stomata merupakan celah didalam epidermis yang dibatasi oleh 2 sel epidermis khusus yakni sel penutup. Stomata terdapat pada semua bagian tumbuhan di atas tanah, akan tetapi yang paling banyak ditemukan ialah pada bagian daun.⁶ Stomata berfungsi sebagai tempat pertukaran gas dan uap air antara tumbuhan dengan lingkungan sekitar,⁷ pertukaran gas seperti CO₂ diperlukan tumbuhan untuk melangsungkan kegiatan respirasi yang disebut dengan proses fotosintesis.

Transpirasi merupakan proses kehilangan air dalam bentuk uap dari jaringan tumbuhan yang terjadi pula melalui stomata.⁸ Letak stomata satu dengan yang lainnya diperantarai jarak tertentu yang memengaruhi intensitas penguapan, jika jaraknya terlalu dekat akan menghambat proses penguapan. Kegiatan transpirasi dipengaruhi oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar diantaranya kecepatan angin, cahaya, air, kelembapan dan tekanan udara, serta suhu. Faktor

⁶ Faizatul Izza, dkk, "Karakteristik Stomata Tempuyung dan Hubungannya dengan Transpirasi Tanaman di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang". *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam* (2015) h. 177

⁷ Asep Zainal Mutaqin, dkk, "Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan". *Jurnal Biodjati* Vol.1 No.1 (November 2016), h. 14

⁸ Benyamin Lakitan. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. (Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada. 1993), h.53

dalam diantaranya ketebalan daun, jumlah stomata/mm², adanya kutikula, banyak sedikitnya trikoma, bentuk dan lokasi stomata di permukaannya.⁹

Kadar polusi udara yang terdapat pada suatu lingkungan dapat mempengaruhi fungsi dari stomata. Stomata pada tanaman yang berada di tempat dengan kadar polusi tinggi akan mengalami tingkat kerusakan stomata yang lebih banyak. Kerusakan stomata seperti, terjadinya penyempitan celah stomata, warna stomata yang menghitam karena pencemaran logam, sehingga stomata tidak dapat menjalankan fungsinya secara normal.¹⁰ Polusi akibat deposisi debu misalnya, yang dapat mengakibatkan peningkatan jumlah stomata dimana hal ini dilakukan oleh tumbuhan sebagai salah satu respon terhadap lingkungannya.¹¹ Menurut Schluter kerapatan stomata akan dipengaruhi kondisi lingkungan selama daun-daun masih berkembang dan tidak berubah setelah menjadi dewasa. Penelitian yang dilakukan oleh Faizatul Izza mendapati bahwa, polutan pada suatu lingkungan menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah kerapatan stomata pada daun Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.). Tanaman mangga (*Mangifera indica*)

⁹ Sri Haryanti, "Jumlah dan Distribusi stomata pada Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil". *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, Vol.XVIII No. 2 (Oktober 2010), h.23

¹⁰ Abrar Brata Jaya, dkk, "Perbandingan Karakteristik Stomata Daun Pohon Leguminosae di Hutan Kota Universitas Hasanudin dan di Jalan Tamalate Makasar". *Jurusan Biologi FMIPA Universitas Hasanudin*, (2015) h.1

¹¹ Rupranayan Sett, "Responses in Plants Exposed to Dust Pollution". *Horticulture International Journal*, Vol.1 Issue.2 (November 2017), h 2

memodifikasi diri dengan menaikkan nilai kerapatan stomata guna untuk meningkatkan penangkapan CO₂.¹²

Firman Allah SWT dalam surah Thaha, ayat : 53

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ
أَنْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya : “(Tuhan) yang telah menjadikan bumi sebagai hamparan bagimu dan menjadikan jalan-jalan di atasnya bagimu, dan yang menurunkan air (hujan) dari langit. Kemudian Kami tumbuhkan dengannya (air hujan itu) berjenis-jenis aneka macam tumbuhan”.¹³

Tafsir Abu Yahya menjelaskan, bumi sebagai hamparan yang dijadikan manusia tinggal dan menetap, mendirikan bangunan dan menggarap tanahnya serta dimanfaatkan manusia sebagai tempat untuk perjalanan sehingga dapat pergi ke daerah yang jauh dengan mudah. Selain itu, nikmat lain pemberian Allah ialah diturunkannya air (hujan) dari langit, yang dimanfaatkan manusia untuk keperluan sehari-hari, dan dari (air hujan) itu dapat mengalir berbagai macam tumbuhan yang manfaatnya akan dirasakan kembali oleh manusia.¹⁴

¹² Asep Zainal Mutaqin, dkk, “Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan”. *Jurnal Biodjati* Vol.1 No.1 (November 2016), h. 17

¹³ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya* (Bandung : CV Diponegoro, 2013) h.315

¹⁴ Abu Yahya Marwan bin Musa, “Tafsir Al-Quran Hidayatul Insan Jilid 2 dari Surah Al-A'raaf sampai Surah Thaha,” (2013), h. 468-469. (On-line) tersedia di <https://omarchive.org/items/TafsirAlQuranAlKarimHidayatulInsanJilid2/pdf>

Tumbuhan suku Myrtaceae atau jambu-jambuan merupakan kelompok besar tumbuh-tumbuhan yang anggotanya banyak dikenal dan dimanfaatkan manusia. Tumbuhan yang tergolong di dalamnya termasuk sejumlah tanaman buah-buahan dan juga tanaman hias. Tumbuhan suku Myrtaceae tergolong jenis tanaman yang tingkat adaptasi dan toleransi terhadap lingkungan relatif tinggi.¹⁵

Di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung tumbuhan suku Myrtaceae banyak di tanam dekat dengan area yang terpapar polusi. Tumbuhan suku Myrtaceae yang ditemukan berdasarkan hasil pengamatan/survey pendahuluan di area kampus Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung diantaranya ialah tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) dengan jumlah 575 tanaman, jambu bol (*Syzygium malaccense*) berjumlah 53 tanaman, jambu biji (*Psidium guajava* L) berjumlah 21 tanaman, jambu air (*Syzygium aqueum*) berjumlah 4 tanaman dan tanaman salam (*Syzygium polyanthum*) berjumlah 1 tanaman. Berdasarkan hasil yang didapati, oleh karena itu melihat dari kelimpahan tanaman pucuk merah, maka yang dipilih sebagai sampel dalam penelitian ini adalah tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) tersebut.

Selain hal tersebut, pucuk merah (*Syzygium oleana*) juga termasuk jenis tumbuhan yang paling banyak di tanam dekat lokasi yang terpapar polusi, seperti pada area parkir, jika dibandingkan dengan tumbuhan suku Myrtaceae lainnya.

¹⁵ Zulkarnain, La Ode Alimuddin dan Abdur Razak, "Analisis Vegetasi dan Visualisasi Profil Vegetasi Hutan di Ekosistem Hutan Tahura Nipa-Nipa di Kelurahan Mangga Dua Kota Kediri". *Ekogreen* Vol. 1 No. 1, (April 2015), h.53

Oleh sebab itu, peneliti melakukan penelitian terkait karakteristik stomata pada daun suku Myrtaceae yang ada di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, dengan sampel penelitian menggunakan tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*).

Penelitian ini juga diharapkan dapat membantu dalam proses pembelajaran Biologi. Pembelajaran biologi merupakan suatu proses belajar yang menyangkut hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Proses belajar yang berhubungan dengan dunia nyata, yang berkaitan dengan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dilakukan agar peserta didik lebih mudah memahami konsep sains dengan cara berinteraksi dengan lingkungan atau objek secara langsung. Praktikum dalam kegiatannya mendorong peserta didik untuk aktif dengan menggunakan keterampilan sosial dalam kegiatan belajar mengajar. Dalam hal ini, untuk lebih memahami materi fotosintesis.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik stomata pada daun suku Myrtaceae di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dengan menggunakan sampel penelitian berupa tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*). Selain itu, juga diharapkan dapat menambah wawasan peserta didik dengan memberikan tambahan sumber belajar terkait materi fotosintesis, pada mata pelajaran Biologi kelas XII semester ganjil, yang masih membutuhkan bahan ajar praktikum sebagai sarana pembelajarannya.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka peneliti mengidentifikasi beberapa masalah, diantaranya yaitu:

1. Terdapat banyak jenis tumbuhan yang tergolong dalam suku Myrtaceae.
2. Kendaraan yang semakin bertambah penggunaannya mengakibatkan tingginya konsumsi bahan bakar yang dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan berupa peningkatan kadar polutan di udara.
3. Adanya pengaruh lingkungan terhadap stomata tumbuhan.
4. Belum adanya penelitian tentang karakteristik stomata pada daun suku Myrtaceae di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi di atas, dengan menyesuaikan tingkat kesulitan, maka peneliti membatasi permasalahan sebagai fokus penelitian yaitu:

1. Subjek penelitian

Subjek penelitian ini adalah tumbuhan yang tergolong ke dalam suku Myrtaceae, yang ada di UIN Raden Intan Lampung yaitu tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*).

2. Objek penelitian

Objek penelitian ini adalah karakteristik stomata pada daun suku Myrtaceae yaitu tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang terdapat di kampus UIN Raden Intan Lampung.

3. Penelitian ini dilakukan untuk mengamati karakteristik stomata daun yang meliputi : jumlah stomata, kerapatan stomata, dan ukuran (panjang dan lebar) stomata.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah ada perubahan karakteristik stomata pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) sebagai tanaman yang tergolong suku Myrtaceae di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik stomata pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) sebagai tanaman yang tergolong suku Myrtaceae di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Dapat menambah wawasan pengetahuan terkait bidang ilmu biologi

2. Bagi Peserta Didik

Dapat dijadikan sumber belajar terkait materi fotosintesis dalam kegiatan praktikum.

3. Bagi Pendidik

Dapat menambah wawasan dan dijadikan sebagai referensi dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran, khususnya pada materi fotosintesis.



A. Emisi Kendaraan

Emisi kendaraan merupakan sisa hasil pembakaran bahan bakar di dalam mesin kendaraan, yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin, sedangkan proses pembakaran adalah reaksi kimia antara oksigen di dalam udara dengan senyawa hidrokarbon di dalam bahan bakar untuk menghasilkan tenaga.¹⁶ Emisi kendaraan merupakan sumber pencemaran udara paling utama yang berasal dari transportasi yaitu kendaraan bermotor. Peningkatan intensitas kendaraan bermotor

¹⁶ Joko Winarno, "Studi Emisi Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan dan Tahun Pembuatan". (Jurnal Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Janabadra Yogyakarta, Yogyakarta, 2014), h. 3

secara langsung akan meningkatkan emisi gas buang kendaraan yang berasal dari proses pembakaran pada kendaraan bermotor.¹⁷

Kendaraan seperti bus, truk, jeep, sedan, sepeda motor dan sejenisnya menggunakan sumber energi dari bensin atau minyak disel. Kendaraan bermotor yang menggunakan mesin empat langkah menghasilkan gas buang dengan mekanisme seperti berikut ini : bensin dicampurkan dengan udara dalam karburator, kemudian dipompakan ke dalam silinder pada langkah pertama. Uap bensin yang bercampur oksigen (dari udara) tersebut dimampatkan dalam ruang silinder pada langkah ke dua, dan dibakar oleh percik api yang dihasilkan oleh busi. Pemuaian gas karena pembakaran (berupa letupan) akan mendorong piston pada langkah ke tiga, yaitu langkah yang menghasilkan tenaga untuk menggerakkan mesin kendaraan. Hasil pembakaran ini di samping energi, juga gas buang yang didorong keluar silinder melalui muffler pada langkah ke empat.¹⁸

Polutan yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor antara lain karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NOX), hidrokarbon (HC), sulfur dioksida (SO₂), timah hitam (Pb) dan karbon dioksida (CO₂).¹⁹ Menurut Siswanto dkk

¹⁷ Andri Windi Satolom, Novri Y. Kandowangko, Abubakar Sidik Katili, "Analisis Kadar Klorofil, Indeks Stomata Dan Luas Daun Tumbuhan Mahoni (*Swietenia maccrophylla* King), Pada Beberapa Jalan Di Gorontalo"(Jurnal Program Studi Biologi Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 2011), h. 2

¹⁸ Didik Sarudji, Kesehatan Lingkungan, (Bandung : Karya Putra Darwati, 2010), h. 264

¹⁹ Sandri Linna Sengkey, "Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro".(Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol. 1, Universitas Sam Ratulangi, Sam Ratulangi, 2011), h.120

(2011) menyatakan bahwa komposisi dari gas buang kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin adalah 72% NO_x , 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% Gas argon (gas mulia), 1,1% O₂ dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% NO_x, 0,09 HC, dan 0,9% CO juga Pb. Gas buang yang beracun merupakan sebagian kecil dari volume gas bekas kendaraan bermotor yang menyebabkan pencemaran udara.²⁰

B. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah adanya satu atau lebih kontaminan dalam atmosfer seperti debu, gas, busa, bau, asap dan uap lainnya yang dalam kualitas, sifat dan lama keberadaannya dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia, tumbuhan dan juga hewan ataupun pada kualitas benda sehingga hidup manusia dan bioata terganggu.²¹ Pencemaran udara merupakan masalah yang serius dan semakin lama keberadaannya semakin meningkat.²² Di beberapa kota industry pencemaran udara sudah mencapai pada tingkat yang cukup merugikan, pencemaran udara terjadi jika udara di atmosfer di campuri dengan zat atau radiasi yang berpengaruh buruk terhadap organisme hidup dan jumlah

²⁰ Alf Darwis, Novri Y. Kandowanko, D. W. K. Baderan, "Indeks dan Kerapatan Stomata Pada Daun Tumbuhan *Bougainvillea glabra* Chois Sebagai Bioindikator Pencemaran Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Kota Gorontalo". (Jurnal Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ipa, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, 2014), h. 3

²¹ Rachmawati, "Uji Pencemaran Udara oleh Partikulat Debu di Terminal Lebak Bulus Berdasarkan Bioindikator Stomata Pada Tanaman Glodokan (*Polyalthia longifolia*)" Program Studi Biologi Jurusan MIPA UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta. 2013, h. 24

²² Asep Zainal Mutaqin, dkk, "Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan". *Jurnal Biodjati* Vol.1 No.1 (November 2016), h. 13

pengotoran tersebut cukup banyak sehingga tidak dapat diabsorpsi atau dihilangkan.²³

Pencemaran udara disebabkan oleh sumber alami maupun oleh kegiatan manusia. Sumber pencemar udara dibedakan menjadi pencemar primer dan sekunder.²⁴

1. Pencemaran udara primer

Pencemaran udara primer merupakan semua pencemaran di udara yang ada dalam bentuk yang hampir tidak berubah, sama seperti pada saat dibebaskan dari sumbernya sebagai hasil dari suatu proses tertentu.²⁵

Pencemaran udara primer, mencakup 90% dari jumlah pencemar udara seluruhnya, umumnya berasal dari industri (cerobong asap industri) dan hasil dari sector transportasi. Dari seluruh sumber pencemar tersebut, sumber pencemar yang utama berasal dari sektor transportasi yang memberikan andil sebesar 60% dari pencemaran udara total.²⁶ Pencemaran udara primer digolongkan menjadi 5 kelompok berikut :

a. Karbon monoksida (CO)

²³ S. Roifatul Hidayati, “Analisis Karakteristik Stomata, Kadar Klorofil dan Kandungan Logam Berat Pada Daun Pohon Pelindung Jalan Kawasan Lumpur Porong Sidoarjo”. (*Skripsi Jurusan Fakultas Sintek dan Teknologi Universitas Negeri Malang, Malang, 2009*), h.1

²⁴ Yeni Megalina, “Pengaruh Pencemaran Udara Di Daerah Terminal Amplas Bagi Kehidupan Masyarakat”, *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* Vol. 21 Nomor 79 (Maret 2015), h. 95

²⁵ *Ibid*, h. 96

²⁶ Sa'duddin dan M. Pramono Hadi, “Beban Emisi Sektor Transportasi Di Kota Yogyakarta” *FSTPT International Symposium*, (Unila, Bandar Lampung, Agustus, 2015)

Karbon monoksida (CO) merupakan komponen gas tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa. Karbon monoksida yang dapat di alam terbentuk dari salah satu proses : Pembakaran tidak sempurna terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon, reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi dan ada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan atom C.²⁷

b. Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen Oksida (NO_x) adalah kelompok gas yang terdapat di atmosfer, terdiri dari gas nitrit oksida (NO) dan nitrogen dioksida (NO₂). Walaupun bentuk nitrogen oksida lainnya ada, tetapi kedua gas yang paling banyak dijumpai sebagai polutan udara. NO merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, sebaliknya NO₂ mempunyai warna coklat kemerahan dan berbau tajam. Sebagian besar emisi NO_x yang dibuat manusia berasal dari pembakaran arang, minyak, gas alam dan bensin.²⁸

c. Hidrokarbon (HC)

²⁷ Rachmawati, *Op.Cit*, h.24

²⁸ Febrianita Liani, "Pengaruh Emisi Kendaraan Bermotor Terhadap Luas Daun dan Indeks Stomata Pada Daun *Pterocarpus indicus* Willd Sebagai Tanaman Pelindung Di Jalan Teuku Umar dan Jalan Endro Suratmin Bandar Lampung", (skripsi *Jurusan Pendidikan Biologi*, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2017) h. 16

Warna kehitam-hitaman dan beraroma cukup tajam, gas ini terjadi apabila proses pembakaran pada ruang bakar tidak berlangsung dengan baik atau suplai bahan bakar berlebihan. Hidrokarbon yang sering menimbulkan masalah dalam pencemaran udara adalah yang berbentuk gas pada suhu normal atmosfer, atau hidrokarbon yang bersifat sangat volatil (mudah berubah menjadi gas) pada suhu tersebut.²⁹

d. Sulfur oksida (SO_x)

Pencemaran oleh sulfur oksida terutama disebabkan oleh dua komponen gas yang tidak berwarna, yaitu sulfur dioksida (SO₂) dan sulfur trioksida (SO₃). Kedua jenis gas ini di kenal dengan Sox. Sulfur dioksida mempunyai karakteristik bau yang tajam dan tidak terbakar di udara, sedangkan sulfur trioksida merupakan komponen yang tidak reaktif.³⁰

e. Partikel-partikel

Partikel-partikel berasal dari asap (terutama hasil pembakaran kayu, sampah, batubara, dan bahan bakar minyak yang membentuk jelaga) dan dapat pula partikel-partikel debu halus dan agak kasar yang berasal dari kegiatan alami manusia. Partikel berpengaruh terhadap tanaman

²⁹ Devianti Muziansyah, Rahayu Sulistyorini dan Syukur Sebayang, “Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)”, *JRSDD*, Vol. 3, No. 1, (Maret 2015), h.59

³⁰ Sa’duddin dan M. Pramono Hadi, “Beban Emisi Sektor Transportasi Di Kota Yogyakarta” *FSTPT International Symposium*, (Unila, Bandar Lampung, Agustus, 2015)

terutama karena bentuk debunya, dimana debu tersebut jika bergabung dengan uap air atau air hujan (gerimis) akan membentuk kerak yang tebal pada permukaan daun yang tidak dapat dibilas oleh air hujan kecuali dengan menggosoknya. Lapisan kerak tersebut akan mengganggu berlangsungnya proses fotosintesis pada tanaman karena menghambat masuknya sinar matahari ke permukaan daun dan mencegah adanya pertukaran CO₂ dengan atmosfer. Akibatnya pertumbuhan akan terganggu.³¹

2. Pencemaran udara sekunder

Pencemar Udara Sekunder Pencemaran udara sekunder adalah semua pencemar di udara yang sudah berubah karena reaksi tertentu antara dua atau lebih kontaminan/polutan ada di udara. Umumnya polutan sekunder merupakan hasil antara polutan primer dengan polutan lain yang. Contohnya berupa pembentukan ozon, hujan asam dan oksida- oksida gas.³²

C. Pengaruh Emisi Terhadap Tumbuhan

Tumbuh-tumbuhan memiliki reaksi yang besar dalam menerima pengaruh perubahan atau gangguan akibat polusi udara dan perubahan lingkungan. Hal ini terjadi karena banyak faktor yang berpengaruh, diantaranya spesies tanaman, umur, keseimbangan nutrisi, kondisi tanaman, temperatur kelembaban dan

³¹ Febrianita Liani, Op.Cit, h.18

³² Rachmawati, "Uji Pencemaran Udara oleh Partikulat Debu di Terminal Lebak Bulus Berdasarkan Bioindikator Stomata Pada Tanaman Glodokan (*Polyalthia longifolia*)" Program Sudi Biologi Jurusan MIPA UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta. 2013, h.25

penyinaran. Penambahan konsentrasi pencemaran ke udara dapat secara langsung mempengaruhi pertumbuhannya. Beberapa contoh kerusakan yang terjadi pada gangguan atraksional biologis adalah terjadinya penurunan tingkatan kandungan enzim, gangguan pada respon fisiologis adalah perubahan pada sistem fotosintesa, sedangkan gangguan yang nampak secara visual adalah clorosis (perusakan zat hijau daun/menguning), Flecking (daun bintik-bintik), reduced crop yield (penurunan hasil panen).³³ Respon tumbuhan terhadap zat-zat pencemaran udara terbagi menjadi dua yaitu:

1. Respon tumbuhan secara makrokopis

- a. Kerusakan daun

Kondisi udara yang terpolusi akan mempengaruhi tanaman melalui daun. Jaringan daun terdiri dari epidermis, mesofil dan berkas pembuluh. Mekanisme tanaman untuk bertahan dari zat pencemar udara adalah melalui pergerakan membuka dan penutup stomata dan proses detoksifikasi. Kerusakan akut yang terjadi pada daun awalnya ditandai oleh adanya penampakan kekurangan kandungan air, yang kemudian akan berkembang menjadi mengering dan memutih hingga sampai berwarna gading pada kebanyakan spesies. Bentuk kerusakan seperti ini disebabkan oleh penyerapan gas pencemar udara yang terpapar dengan konsentrasi yang cukup tinggi sehingga jaringan daun akan rusak dalam waktu yang

³³ Afif Budiyo, "Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan". *Jurnal Penelitian Bidang Pengajian Ozon dan Polusi Udara*, (Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim, 2001), h. 23

relatif singkat. Perubahan warna daun menjadi kuning yang berlanjut hingga memutih dapat menandai bahwa telah terjadi kerusakan secara kronis. Kebanyakan hal ini terjadi karena rusaknya klorofil dan karotenoid akibat absorpsi sejumlah gas pencemar dalam konsentrasi subletal dalam periode waktu yang lama.³⁴

b. Perubahan morfologi

Pada percobaan yang dilakukan Rushayati dan Maulana (2005) diamati bahwa terjadi penurunan pertumbuhan terkait dengan diameter batang dan tinggi tanaman pada tanaman Kenari dan Akasia diberi emisi polutan udara dengan beberapa parameter yaitu $9,375 \mu\text{g}/\text{m}^3$ CO, $149,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO₂, $78,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO₂ dan $43,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ debu. Kerusakan kutikula dan epidermis dapat digunakan untuk mengindikasikan adanya pencemaran udara.³⁵

Jaringan anatomi daun pada klas dikotil tersusun atas sekumpulan sel yang memiliki bentuk yang hampir sama. Jaringan tersebut tersusun atas jaringan epidermis atas dan bawah, jaringan mesofil (daging daun) yang tersusun atas jaringan palisade dan jaringan bunga karang. Epidermis menutupi permukaan atas dan bawah daun dilanjutkan ke epidermis batang. Sedangkan lapisan mesofil merupakan daerah paling utama untuk

³⁴Andika Wijaya K, "Penggunaan Tumbuhan Sebagai Bioindikator Dalam Pemantauan Pencemaran Udara ". Jurnal Prodi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh (November, 2006) h.7

³⁵ Andika Wijaya K, *Ibid*, h. 8

proses fotosintesis. Lapisan palisade merupakan bagian dari daun yang paling banyak mengandung kloroplast dan merupakan bagian yang paling banyak mempengaruhi produk fotosintesis. Kerusakan yang terjadi pada mesofil daun, terutama pada jaringan palisade oleh pencemaran udara akan memberi dampak yang paling besar terhadap kegiatan fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan.³⁶

2. Respon tumbuhan secara mikrokopis

a. Penurunan kadar klorofil

Menurut Andri Windi Satolom. Et.al dalam penelitiannya mengatakan bahwa kadar klorofil pada daun mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya intensitas kendaraan bermotor. Klorofil sangat sensitif dan mudah terpengaruh pada saat terpapar oleh kondisi lingkungan dalam waktu tertentu pada kadar tertentu.

Efek negatif dari polutan adalah pada laju asimilasi karbondioksida. Efek terbesar akibat polutan gas adalah perlukaan daun. Klorofil sangat sensitif dan mudah terpengaruh pada saat terpapar oleh kondisi lingkungan dalam waktu tertentu pada kadar tertentu. Hubungan kadar klorofil dengan polutan gas berbanding terbalik dengan kandungan klorofil tanaman. Polutan NO_x dan SO₂ jika dihadapkan dengan kontak lama dengan tanaman akan mengakibatkan pengaruh terhadap kadar

³⁶ Edy Batara Mulya Siregar, *Op. Cit.* h. 7

klorofil tanaman sehingga akan berdampak pula pada peristiwa fotosintesis tanaman.³⁷

b. Perubahan biokimia dan fisiologi

Budi mengemukakan bahwa komposisi kimia daun telah luas digunakan sebagai indikator dari perubahan kondisi lingkungan. Estimasi kimia seperti protein, asam amino, gula terlarut, sukrosa, pati, gula reduksi, vit.C, riboflavin, thiamin dan karbohidrat digunakan untuk mengindikasikan pencemaran udara. Sedangkan aktivitas fisiologi seperti pembukaan stomata dan laju fotosintesis juga dapat digunakan sebagai indikator pencemaran. Selain itu parameter enzimatik juga digunakan untuk mengindikasikan adanya paparan beberapa bahan pencemar. Sebagai contoh adalah peroksidase yang merupakan indikator pencemaran udara yang sensitif bila tanda kerusakan tak terlihat. Dalam beberapa penelitian telah dilaporkan suatu tanggapan enzim yang berlainan di suatu daerah yang tercemar oleh florisol, asap automobil dan SO₂. Dengan demikian adanya aktivitas enzim tertentu pada suatu spesies tumbuhan dapatlah dihubungkan dengan jenis bahan pencemar tertentu, khususnya pencemaran udara. Parameter dengan menggunakan enzim itu antara lain dengan ribulose difosfat karboksilase, glutamatpiruvat transaminase,

³⁷ Garty, Et.All.,'' Photosynthesis, Chlorophyll Integrity, And Spectralreflectance In Lichens Exposed To Air Pollution'', *Jurnal Environmental Quality*, Vol 30;884-893,(2010), h. 76

glutamat oksalasetat transaminase dan peroksidase untuk pencemaran SO_2 .³⁸

Enzim adalah protein yang mengatalisis reaksi biokimia. Enzim biasanya terdapat dalam konsentrasi yang sangat rendah di dalam sel, dimana mereka meningkatkan laju reaksi tanpa mengubah posisi kesetimbangan. Laju reaksi enzim dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu konsentrasi substrat dan enzim, pH, suhu dan adanya kofaktor serta ion logam.³⁹ Konsentrasi substrat yang lebih tinggi akan lebih banyak jumlah molekul substrat yang terlibat dengan aktivitas enzim, sedangkan konsentrasi substrat yang rendah akan lebih sedikit jumlah molekul substrat yang dapat melekat pada enzim, menyebabkan berkurangnya aktivitas enzim. Semakin besar konsentrasi enzim maka kecepatan reaksi akan semakin cepat. Konsentrasi enzim berbanding lurus dengan kecepatan reaksi, tentunya selama masih ada substrat yang perlu diubah menjadi produk. Enzim akan tetap stabil dan bekerja baik pada kisaran pH 6 dan 8. Nilai pH yang menguntungkan bagi enzim tertentu sebenarnya tergantung pada sistem biologis tempat enzim tersebut bekerja. Ketika nilai pH menjadi terlalu tinggi atau terlalu rendah, maka struktur dasar enzim dapat mengalami perubahan. Sehingga sisi aktif enzim tidak dapat

³⁸ Andika Wijaya K, Op.Cit, h. 9

³⁹ Yohanis Ngili, *Biokimia Dasar*, (Bandung: Rekayasa Sains, 2010), h. 190

mengikat substrat dengan benar dan aktivitas enzim menjadi sangat terpengaruhi bahkan enzim dapat sampai benar-benar berhenti berfungsi.⁴⁰

c. Kerusakan stomata

Stomata adalah sebuah lapisan datar yang merupakan bagian dari jaringan epidermis dengan sebagian besar sel-sel transparan yang seringkali tersedia dengan kutikula yang berlapis lilin. Stomata biasanya terdapat pada bagian bawah permukaan daun dan di permukaan atas daun serta juga banyak terdapat di bagian batang terutama pada tanaman rempah-rempah. Stomata merupakan tempat pintu masuknya polutan pencemaran udara. Tanaman yang tumbuh di lokasi tercemar, cenderung merangsang pengambilan gas lain ke dalam mesofil daun pada saat proses asimilasi CO₂ berlangsung. Pada sebagian besar tumbuhan, konsentrasi CO₂ yang rendah di daun membuat stomata membuka. Sekalipun pada malam hari, maka stomata yang terbuka sedikit akan membuka lebih lebar. Sebaliknya, jika konsentrasi CO₂ yang tinggi di daun menyebabkan stomata menutup sebagian, dan ini terjadi saat terang maupun gelap.⁴¹

Stomata juga merupakan bagian tanaman tempat terjadinya penyerapan polutan dan secara langsung dapat berinteraksi dengan jaringan mesofil. Peningkatan jumlah epidermis dan stomata serta

⁴⁰ Yohanis Ngili,.Ibid., h.191

⁴¹ Frank B Salisbury & Cleon W Ross, *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1* (Bandung : ITB Bandung, 1995), h. 80

peningkatan indeks stomata merupakan salah satu respon tanaman terhadap polusi udara. Menurut Astri Nur Andini, polutan merupakan penyebab utama terjadinya peningkatan indeks stomata. Tanaman *Celosia cristata*, *Catharanthus roseus* dan *Gomphrena globosa* memodifikasi dirinya dengan meningkatkan kerapatan dan indeks stomata guna untuk peningkatan penangkapan karbondioksida (CO₂).⁴²

Siregar dalam penelitiannya menyebutkan bahwa gas buang kendaraan yang mengandung senyawa toksik berupa CO₂, NO₂, H₂, Pb, Hidrokarbon dan SO₂. Senyawa-senyawa ini biasanya bergabung dengan partikel debu kemudian masuk kedalam daun melalui proses difusi dan akan menutup mulut stomata sehingga anatomi daun akan berubah (memberikan respon). Salah satu respon yang diberikan daun akibat gas buang kendaraan yaitu meningkatnya jumlah stomata.⁴³

D. Myrtaceae

Myrtaceae mengambil namanya dari W. Asia *Myrtus communis* atau Myrtle.⁴⁴ Myrtaceae adalah keluarga tanaman dikotil yang ditempatkan di dalam

⁴² Astri Nur Andini, "Anatomi Jaringan Daun dan Pertumbuhan Tanaman *Celosia cristata*, *Catharanthus roseus*, dan *Gomphrena globosa* Pada Lingkungan Udara Tercemar (Jurnal Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2011) h. 8

⁴³ Alfi Darwis, N.Y.Kondowangko, D. W.K. Baderan, "Indeks dan Kerapatan Stomata Pada Daun Tumbuhan *Bougainvillea Glabra* Chois Sebagai Pencemaran Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Kota Gorontalo," (Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, 2013), h. 11

⁴⁴ Walks & Program Pembicaraan dari North Shore *Kelompok Tanaman Australia Society*. Revisi ES 2005 dan FL 2012/2013, h. 1

ordo Myrtales. Myrtaceae merupakan salah satu keluarga besar tanaman pohon dan semak dengan lebih dari seratus genera yang berbeda, ribuan spesies dan sejumlah besar hibrida kebun dan kultivar.⁴⁵

Perkiraan terakhir menunjukkan Myrtaceae mencakup sekitar 5950 spesies di 132 negara.⁴⁶ Terdapat empat genera/genus menarik, yang menghasilkan buah dan dapat dimakan diantaranya *Psidium*, *Eugenia*, *Syzygium* dan *Feijoa*.⁴⁷

Di wilayah kampus Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, jenis tumbuhan jambu-jambuan (Myrtaceae) yang paling banyak kelimpahannya ialah pucuk merah (*Syzygium oleana*).⁴⁸

Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

⁴⁵ PHPKB Webmaster. Myrtaceae family. Thegardener. h.1

⁴⁶ Christenhusz, MJM; Byng, JW "The Number of known Plants Species in the World and its Annual Increase" . *Phytotaxa*, Magnolia Press. 261 (3) : (2016), h. 201-217.

⁴⁷ Mitra, S.K., Irenaeus, T.K.S., Gurung, M.R. and Pathak, P.K. Taxonomy and Importance of *Myrtaceae*. *Acta Hortic.* 959, (2012). h. 23-34

⁴⁸ Berdasarkan observasi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.



Gambar 2.1. tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*)⁴⁹

Pucuk merah (*Syzygium oleana*) adalah sejenis tanaman perdu, yang dikenal memiliki ciri khas daun berwarna merah dan hijau. Daun tumbuh rapat antara satu daun dengan daun lainnya. Tanaman pucuk merah dijadikan sebagai tanaman hias karena keunikan dan keindahan dari warna daunnya. Biasanya daun terdiri atas beberapa warna, diantaranya hijau, kuning, orange dan merah.⁵⁰ Daun pucuk dan muda berwarna merah, kemudian berubah menjadi warna coklat,

⁴⁹ Sumber Pribadi yang diambil di daerah UIN Raden Intan Lampung (13 Februari 2018)

⁵⁰ Wiwin Rahayu, "Laju Fotosintesis dan Kandungan Pb Daun Pucuk Merah" (*Prodising Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2017) h. 98

setelah itu daun akan berubah warna menjadi hijau saat daun semakin tua. Hal tersebut, merupakan alasan tanaman ini dikenal dengan nama pucuk merah.

Indonesia merupakan salah satu daerah tropis, yang tentunya menjadi tempat ideal untuk perbanyak tanaman pucuk merah, karena tanaman ini cocok hidup di daerah tersebut. Tanaman pucuk merah merupakan sejenis tanaman perdu, yang dapat hidup hingga mencapai puluhan tahun. Kerimbunan dan keunikan warna daun serta bentuk daunnya yang kecil dan agak memanjang menyerupai jarum semakin membuat cantik penampilan tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*). Sehingga menjadikannya banyak dipilih sebagai penghias halaman rumah dan taman. Bahkan tanaman ini juga banyak dijumpai di tepi-tepi jalan.

Selain dari bentuk dan warnanya yang menarik, ciri khas dari jenis tumbuhan ini ialah apabila daunnya diremas akan mengeluarkan aroma khas sebagai kandungan minyak atsiri yang terdapat pada berbagai jenis *Syzygium*.⁵¹ Menurut Memon, jika diremas jenis tanaman *Syzygium* pada daunnya juga mengeluarkan suatu pewangi (*fragrance*) yang seperti dimiliki oleh *cinnamon*.⁵²

a. Klasifikasi Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

Tabel 1

⁵¹ Fajrul Rozi Sembiring, Rudianda Sulaeman, dan Evi Sribudiani, “Karakteristik Minyak Atsiri dari Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium oleina*)”, *Jom Faperta*, vol 2, no 2 (Oktober 2015)

⁵² *Ibid*, 3

Klasifikasi tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) :⁵³

Regnum	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Class	Magnoliopsida
Ordo	Myrtales
Family	Myrtaceae
Genus	<i>Syzygium</i>
Spesies	<i>Syzygium oleana</i>

b. Morfologi Pucuk Merah (*Syzygium oleana*)

1) Akar

Akar pucuk merah (*Syzygium oleana*) berupa akar tunggang tumbuh merambat dan terus membesar, sehingga bisa menahan dan menopang pohon yang tinggi. Akar berbentuk bulat dan berwarna coklat.⁵⁴

2) Batang

Batang tanaman pucuk merah berbentuk bulat dan berkayu, sehingga memiliki kambium didalamnya. Tanaman pucuk merah merupakan sejenis tanaman semak yang apabila tidak dipangkas secara

⁵³ Wiwin Rahayu, *Op.Cit.* h. 98

⁵⁴ Garsinia Lestari dan Ira Puspa kencana, *Tanaman Hias Lanskap Cetakan 1*, (Jakarta: penebar Swadaya, 2015) h. 232

rutin dapat tumbuh hingga mencapai 6 m, dengan diameter mencapai 2 m, dengan bentuk tajuk cenderung kolumnar.⁵⁵

3) Daun

Pucuk merah memiliki daun tunggal berbentuk lanset, bertangkai sangat pendek hampir duduk, tumbuh berhadapan, permukaan daun bagian atas licin mengkilat, permukaan bawah licin; warna daun mengalami perubahan, ketika baru tumbuh berwarna merah menyala, kemudian berubah menjadi coklat, lalu berubah lagi menjadi warna hijau; ukuran daun panjang ± 6 cm dan lebar ± 2 cm, serta pertulangan daunnya menyirip.⁵⁶

4) Bunga

Bunga *Syzygium oleana* atau pucuk merah berwarna putih berupa bunga majemuk (berkelompok) dan tumbuh di ujung tangkai. Bunga pucuk merah yang sudah mekar menunjukkan adanya kepala putik yang berwarna putih dengan tangkai putik berukuran lebih pendek dibandingkan dengan benang sari, putik berada tepat di bagian tengah,

⁵⁵ *Ibid*, h.232

⁵⁶ Eriawati, "Karakteristik Morfologi Daun di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Sebagai Referensi Morfologi Tumbuhan", (*Prosiding Seminar Nasional Biotik Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN ar-Raniry Banda Aceh*, 2017) h. 61

tangkai sari juga berwarna putih dan ukurannya lebih panjang dari putik, jumlahnya sangat banyak dengan kepala sari berwarna kuning muda.⁵⁷

5) Buah dan Biji

Buah berukuran kecil dan berwarna ungu kehitama. Buah pucuk merah kerap menjadi makanan bagi burung liar.⁵⁸ Reproduksi *Syzygium oleana* atau pucuk merah secara alami adalah dengan biji, namun secara komersial tanaman pucuk merah diperbanyak dengan cara cangkok atau stek batang.⁵⁹ Manfaat pucuk merah pada umumnya hanya sebagai tanaman hias dan tanaman peneduh.

E. Fotosintesis dan Transpirasi

1. Fotosintesis

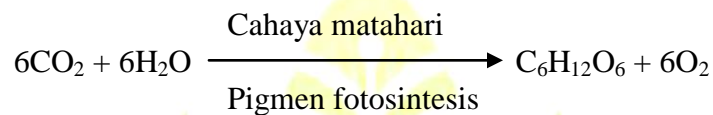
Fotosintesis berasal dari kata foton yang berarti cahaya, dan sintesis yang berarti menyusun. Jadi, fotosintesis dapat diartikan sebagai proses penyusunan senyawa kimia kompleks dengan menggunakan bantuan cahaya matahari. Fotosintesis dapat pula diartikan sebagai proses sintesis karbohidrat

⁵⁷ Wiwin Rahayu, "Laju Fotosintesis dan Kandungan Pb Daun Pucuk Merah"(*Prodising Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta, 2017) h. 98

⁵⁸ Garsinia Lestari. *Op.Cit.* h. 232

⁵⁹ Deselina, dkk, "Keragaan Stek Pucuk *Syzygium oleina* terhadap Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Rootone-F dan Komposisi Media Tanam", *Jurnal Akta Agrosia*, Vol.18, No.2 (Juli, 2015) h. 12

dari bahan-bahan anorganik (CO₂ dan H₂O) pada tumbuhan berpigmen pada tumbuhan berpigmen dengan bantuan cahaya matahari.⁶⁰ Fotosintesis mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam makanan.⁶¹ Adapun persamaan reaksi kimia terjadinya proses fotosintesis, ialah sebagai berikut.⁶²



Proses fotosintesis menggunakan energi dan cahaya untuk dimanfaatkan oleh klorofil yang terdapat dalam kloroplas. Fotosintesis dapat dilakukan saat stomata terbuka. Kloroplas diliputi oleh sistem membran ganda sistem amplop, sehingga mampu mengontrol lintasan molekul yang masuk dan keluar dalam kloroplas. Membran internal yang mengandung pigmen fotosintesis dan bagian permukaannya berbentuk seperti tabung atau kantung disebut tilakoid.⁶³ Proses fotosintesis dalam melakukan kegiatannya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya yaitu air (H₂O), konsentrasi karbondioksida (CO₂), suhu, translokasi karbohidrat, umur daun dan cahaya. Faktor utama agar fotosintesis dapat berlangsung ialah ketersediaan air, cahaya dan karbondiosida (CO₂).⁶⁴

2. Transpirasi

⁶⁰ Nio Song Ai, "Evolusi Fotosintesis Pada Tumbuhan", *Jurnal Ilmiah Sains*, Vol.12 No.1, (April 2012), h. 28

⁶¹ Neil A Campbell dan Jane B Reece, *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*, (Jakarta : Erlangga, 2008), h. 200

⁶² Nio Song Ai, *Op.Cit.* h. 28

⁶³ Budi Utomo, *Fotosintesis Pada Tumbuhan, Karya Ilmiah*, (Medan : Universitas Sumatera Utara, 2007), h. 5

⁶⁴ John. W, Kimball, *Biologi Umum*, (Jakarta : Erlangga, 1998), h.171-181

Transpirasi merupakan proses kehilangan air dalam bentuk uap dari jaringan tumbuhan melalui stomata.⁶⁵ Peristiwa ini biasanya berhubungan dengan kehilangan air melalui stomata, kutikula dan lentisel.⁶⁶ Sekitar 95% air hilang dari tumbuhan lolos melalui stomata, walau pori-pori ini hanya menempati 1-2% dari permukaan daun eksternal.⁶⁷ Kemungkinan kehilangan air pada bagian jaringan lain dapat terjadi, namun porsi kehilangannya sangat kecil bila dibandingkan dengan stomata.

Kegiatan transpirasi akan terus berlangsung selama tumbuhan hidup. Transpirasi yang berlangsung dapat memberikan keuntungan bagi tumbuhan tersebut. Keuntungan akibat adanya proses transpirasi tumbuhan, seperti mempercepat laju pengangkutan unsur hara melalui pembuluh xilem, menjaga turgiditas sel agar tetap pada kondisi optimal, dan sebagai salah satu cara untuk menjaga stabilitas suhu daun.⁶⁸

Kegiatan transpirasi dapat terpengaruh oleh 2 macam faktor, yaitu faktor luar (eksternal) dan faktor dalam (internal). Faktor luar (eksternal) seperti, kecepatan angin, intensitas cahaya, keberadaan air, kelembapan udara, suhu dan tekanan udara. Sedangkan faktor dalam (internal) seperti, ketebalan daun,

⁶⁵ Benyamin lakitan. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. (Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada. 1993), hl. 53

⁶⁶ Frank B Salisbury dan W Ross, *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. (Bandung :ITB, 1995), h. 71

⁶⁷ Neil A, Campbell dan Jane B Reece, *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*, (Jakarta : Erlangga, 2008), h. 357

⁶⁸ Benyamin lakitan. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. (Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada. 1993), hl. 55

jumlah stomata/mm, adanya kutikula, banyak sedikitnya trikoma atau bulu daun, bentuk serta lokasi stomata dipermukaan.⁶⁹

Laju transpirasi memiliki relasi dengan jenis tumbuhan dan populasi tumbuhan. Jenis tumbuhan yang berbeda dapat memberikan pengaruh terhadap laju transpirasi. Hal ini disebabkan, karena setiap vegetasi memiliki struktur akar dan tajuk yang berbeda-beda. Struktur tajuk, keadaan fisiologis tumbuhan dan luas daun berpengaruh terhadap proses transpirasi. Angin merupakan faktor eksternal yang dapat memacu laju transpirasi jika udara yang bergerak melewati permukaan daun tersebut lebih kering (kelembapan nisbinya lebih rendah) dari udara di sekitar tumbuhan tersebut.

Proses transpirasi terjadi ketika air bergerak dari daun yang memiliki tingkat kelembapan lebih tinggi menuju atmosfer yang lebih kering, sehingga temperatur udara memiliki berpengaruh terhadap transpirasi. Naiknya suhu mengakibatkan udara membawa lebih banyak kelembapan, maka terjadi peningkatan transpirasi dan bukaan stomata pun akan terpengaruh.⁷⁰

Unsur hara dapat diangkut lebih cepat apabila transpirasi dapat berlangsung secara optimal. Sel tumbuhan akan berfungsi optimal pada tingkat turgiditas tertentu, apabila turgiditas lebih tinggi atau lebih rendah maka akan terjadi penurunan fungsi sel. Tekanan internal sel (turgor) yang melebihi batas

⁶⁹ Faizatul Izza, Ainun Nikmati Laily, “Karakteristik Stomata Tempuyung dan Hubungannya dengan Transpirasi Tanaman di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang”. *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam* (2015) h. 177

⁷⁰ Frank B Salisbury dan W Ross, *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. (Bandung :ITB, 1995), h. 71

elastisitas dinding sel, dapat mengakibatkan sel tersebut pecah. Transpirasi juga merupakan suatu proses pendinginan. Pada siang hari, radiasi matahari yang diserap daun akan meningkatkan suhu pada daun. Jika transpirasi berlangsung, peningkatan suhu daunpun dapat dihindari.⁷¹

F. Stomata

Stomata berasal dari kata Yunani : stoma yang mempunyai arti lubang atau porus. Jadi stomata adalah porus atau lubang-lubang yang terdapat pada epidermis yang masing-masing dibatasi oleh dua buah “*guard cell*” atau sel-sel penutup.⁷² Stomata pada umumnya terdapat pada bagian-bagian tumbuhan yang berwarna hijau, terutama pada bagian daun-daun. Stomata umumnya terdapat pada permukaan bawah daun, sehingga disebut hipostomatus. Tetapi ada beberapa spesies tumbuhan yang dijumpai terdapat pada kedua permukaan daunnya (atas dan bawah). Ada pula tumbuhan yang memiliki stomata pada bagian permukaan atas daun, yaitu pada tumbuhan akuantik.⁷³

Stomata mulai terbentuk sebelum periode aktivitas meristematik dalam epidermis dan akan dilanjutkan dengan perluasan bagian tertentu daun dengan pembesaran sel. Daun dengan pertulangan daun sejajar, seperti pada tumbuhan monokotil, memiliki stomata yang tersusun dalam deretan memanjang,

⁷¹ Benyamin lakitan. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. (Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada. 1993), hl. 56

⁷² Frank B Salisbury, *Op.Cit.* h. 77

⁷³ Benyamin lakitan, *Op Cit.* h. 57-58

pembentukan stomatanya dimulai pada bagian ujung daun dan kemudian dilanjutkan sampai ke pangkal. Sedangkan pada kebanyakan daun dikotil, yaitu dengan pertulangan daun jala, pembentuk stomata adalah campuran dalam model mosaik.⁷⁴

Stomata memiliki fungsi dasar yaitu membuka dan menutup, sehingga tingkat kehilangan air dan penyerapan karbon dioksida (CO_2) dapat diatur. Stomata memberikan barikade efektif untuk pergerakan uap air dan karbon dioksida (CO_2) ke daun dan dari daun.⁷⁵

Pada sebagian besar tumbuhan, konsentrasi CO_2 yang rendah di daun dapat membuat stomata membuka, sekalipun pada saat malam stomata yang terbuka sedikit dapat membuka lebih lebar. Sebaliknya konsentrasi CO_2 yang tinggi di daun dapat mengakibatkan stomata menutup sebagian, hal ini terjadi baik saat terang maupun gelap.⁷⁶

1. Bagian-bagian Stomata

Sebuah stomata terdiri dari beberapa bagian yaitu (a) bagian sel penutup (b) bagian celah (c) bagian yang merupakan sel tetangga (d) ruang udara dalam, yang masing-masing dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Sel penutup

⁷⁴ Tatang S. Suradinata. 1998. *Struktur Tumbuhan*. (Bandung: Angkasa 1998), h. 62

⁷⁵ Riska Putiri Merdekawati, "Jumlah dan Ukuran Stomata pada Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia*) di Jalan Tun Abdul Razak dan di Area Kampus UIN Alauddin Makassar", (Skripsi Program Biologi UIN Aluiddin, Makasar, 2015) h. 36

⁷⁶ Frank B Salisbury dan W Ross, *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. (Bandung :ITB, 1995), h. 80

Sel penutup terdiri dari sepasang sel yang kelihatannya simetris, umumnya berbentuk ginjal, pada dinding sel atas dan sel bawah kelihatan pula adanya alat yang berbentuk sebagai tirai. Kadang-kadang birai tersebut hanya terdapat pada dinding sel bagian atas.

b. Celah (Porus)

Diantara kedua sel penutup akan terdapat celah (porus) yang merupakan lubang kecil. Dalam hal ini sel penutup dapat mengatur menutup dan membukanya porus tersebut. Porus dapat berhubungan dengan udara di lingkungan luar sangat dibantu dengan adanya rongga depan dan birai-birai atas demikian pula hubungannya dengan ruang udara dalam yang dibantu dengan adanya rongga belakang dan birai-birai bawah.

c. Sel tetangga

Sel tetangga adalah sel-sel yang memang berdampingan atau yang berada di sekitar sel-sel penutup atau dapat dikatakan juga mengelilingi sel-sel penutup. Sel-sel tetangga tadi dapat terdiri dari dua buah atau lebih secara khusus melangsungkan fungsinya dengan berasosiasi dengan sel-sel penutup. Sel-sel tetangga yang dinamakan pula sebagai “subsidiary cells” keadaannya memang dapat dibedakan dari sel-sel epidermis lainnya.

d. Ruang udara dalam

Ruang udara dalam merupakan suatu ruang antar sel yang besar, yang berfungsi ganda yaitu bagi fotosintesis dan transpirasi. Ruang udara dalam ini memiliki hubungan yang teratur dengan ruang-ruang antar sel lainnya

sampai yang letaknya di bagian dalam. Keadaan demikian sangat menjamin hubungan yang lancar antara bagian dalam dengan udara luar, terutama dalam pelaksanaan pertukaran gas, seperti misalnya gas CO₂ yang sangat penting bagi penyelenggaraan proses fotosintesis.⁷⁷

2 Tipe-tipe Stomata

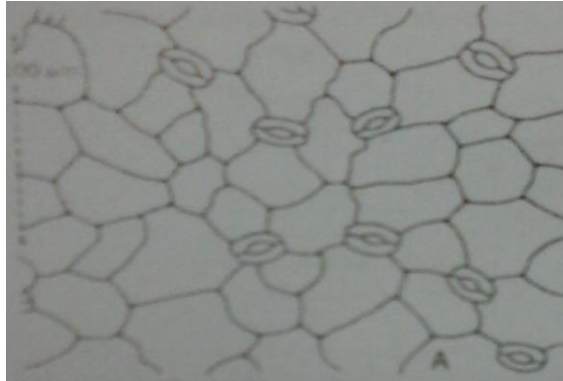
Berdasarkan hubungan stomata dengan sel epidermis dan sel tetangga terdapat banyak tipe stomata. Tipe-tipe stomata pada tumbuhan dikotil berdasarkan susunan sel epidermis yang berdekatan dengan sel tetangga ada 5 macam,⁷⁸ diantaranya :

- a. Tipe Anomositik/Ranunculaceous dicirikan dengan sel penutup dikelilingi oleh sejumlah sel tertentu yang tidak berbeda dengan sel epidermis yang lainnya dalam bentuk maupun ukurannya.⁷⁹ Tipe ini biasanya terdapat pada Ranunculaceae, Capparidaceae, dan Cucurbitaceae.

⁷⁷ Benyamin Iakitan. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada. 1993. h. 138-139

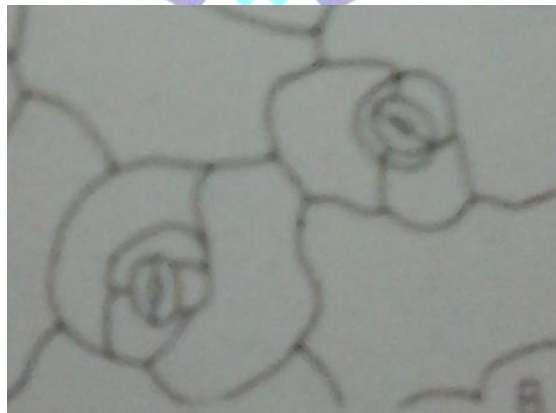
⁷⁸ Sri Haryanti, "Jumlah dan Distribusi stomata pada Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil". *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, Vol.XVIII No. 2 (Oktober 2010), h.22

⁷⁹ Novarina Windy Saputri, "Struktur dan Distribusi Stomata Pada Tanaman Marga Nymphaea". *Artikel Skripsi*, Universitas Nusantara PGRI Kediri (2016), h. 6



Gambar 2.2. Tipe Anomositik⁸⁰

- b. Tipe Anisositik/Cruciferous yaitu setiap sel penutup dikelilingi oleh 3 sel tetangga yang ukurannya tidak sama. Tipe stomata ini biasanya terdapat pada Cruciferae, Nicotiana dan Solanaceae.



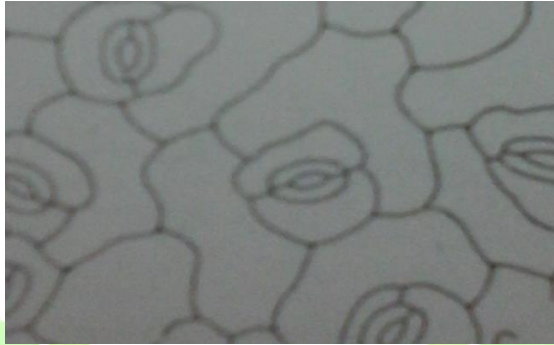
Gambar 2.3. Tipe Anisositik⁸¹

- c. Tipe Parasitik/Rubiaceous yaitu tiap sel penjaga bergabung dengan satu atau lebih sel tetangga, sumbu panjang sel tetangga sejajar dengan sel penutup

⁸⁰ Tatang S. Suradinata. 1998. *Struktur Tumbuhan*. (Bandung : Angkasa1998), h. 65

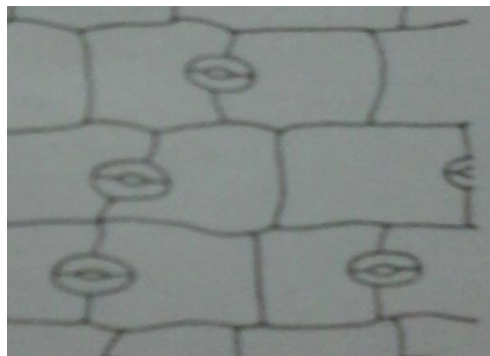
⁸¹ Tatang S. Suradinata, *Ibid*.

serta celah.⁸² Tipe stomata ini biasanya terdapat pada Rubiaceae dan Magnoliaceae.



Gambar 2.4. Tipe Parasitik⁸³

- d. Tipe Diasitik/Cariophyllaceus yaitu setiap sel penutup dikelilingi oleh dua sel tetangga. Dinding bersama dari kedua sel tetangga itu tegak lurus terhadap sumbu melalui panjang sel penutup serta celah. Tipe stomata ini ini biasanya terdapat pada Cariophyllaceae dan Acanthaceae.

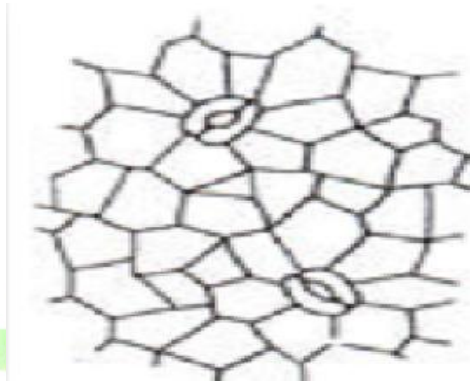


Gambar 2.5. Tipe Diasitik⁸⁴

⁸² Elis Tambaru, Identifikasi Karakteristik Morfologi dan Anatomi Stomata *Flacourtia Inermis* Roxb. di Kawasan Kampus UnHas Tamalanrea Makassar, *Jurnal Alam dan Lingkungan* , Vol.6 No.11, 2015, hl.39

⁸³ Tatang S. Suradinata, *Op.Cit.* h. 65

- e. Tipe Aktinositik yaitu setiap sel penutup dikelilingi oleh sel tetangga yang tersusun secara radial disekelilingnya.⁸⁵



Gambar 2.6. Tipe Aktinositik

G. Analisis Materi Pembelajaran

Pembelajaran biologi pada dasarnya bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan terkait praktik dari metode biologi dalam memecahkan masalah kehidupan individu dan sosial serta pola pikir ilmiah melalui percobaan dan penelitian. Topik ini diajarkan pada materi SMA kelas XII semester ganjil, yaitu pada SK 2, mempelajari tentang fotosintesis.

Materi fotosintesis selain dikaji/pelajari secara teori, juga dapat dipelajari melalui kegiatan praktikum, sehingga dapat menjawab permasalahan dari topik pembelajaran melalui percobaan yang mereka lakukan. Kegiatan praktikum

⁸⁴ Tatang S. Suradinata, *Ibid.*

⁸⁵ Faizal Izza, et al, "Karakteristik Stomata Tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) dan Hubungan dengan Transpirasi Tanaman di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang", *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*, SP004-027, 2015, hl.177

melatih siswa, untuk menggunakan metode ilmiah dalam menghadapi berbagai permasalahan materi yang diajarkan, dengan demikian siswa dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman baru. Berkaitan dengan hal tersebut, maka penelitian mengenai karakteristik stomata tumbuhan Myrtaceae dapat digunakan sebagai salah satu bahan petunjuk praktikum pada konsep materi fotosintesis.

Kompetensi dasar yang diharapkan ialah siswa dapat menjelaskan proses fotosintesis dan memahami karakteristik stomata melalui kegiatan praktikum atau percobaan. Untuk memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa, maka diperlukan metode pembelajaran yang tepat, berkaitan dengan materi fotosintesis. Metode pembelajaran tersebut ialah berupa eksperimen. Kegiatan eksperimen selain melatih siswa dalam memecahkan permasalahan materi secara ilmiah, juga memberikan ilmu pengetahuan bagi siswa terkait pengalaman praktik dan keterampilan dalam menggunakan alat-alat praktikum.

H. Kerangka Berfikir

Tumbuhan suku Myrtaceae merupakan tumbuhan jambu-jambuan yang banyak tersebar di berbagai kampus. Di UIN Raden Intan Lampung terdapat jenis tumbuhan yang tergolong Suku Myrtaceae, beberapa diantaranya yang banyak dibudidayakan ialah pucuk merah (*Syzygium oleana*), jambu bol atau jambu jamaika (*Syzygium malaccense*) dan jambu biji (*Psidium guajava*). Tumbuhan ini banyak di tanam salah satunya pada tempat yang berpolusi, seperti pada daerah

parkir. Akan tetapi, diantara ketiga tumbuhan populasi yang paling banyak ialah pada pucuk merah (*Syzygium oleana*), dimana tanaman ini hampir ada di setiap area parkir.

Tumbuhan terutama pada bagian daun adalah bagian yang paling peka terhadap polusi atau pencemaran udara. Konsentrasi polusi atau pencemar di udara yang terlalu tinggi dapat memengaruhi pertumbuhan pada tanaman, terutama salah satunya ialah gangguan respon fisiologis yaitu perubahan pada sistem fotosintesa.

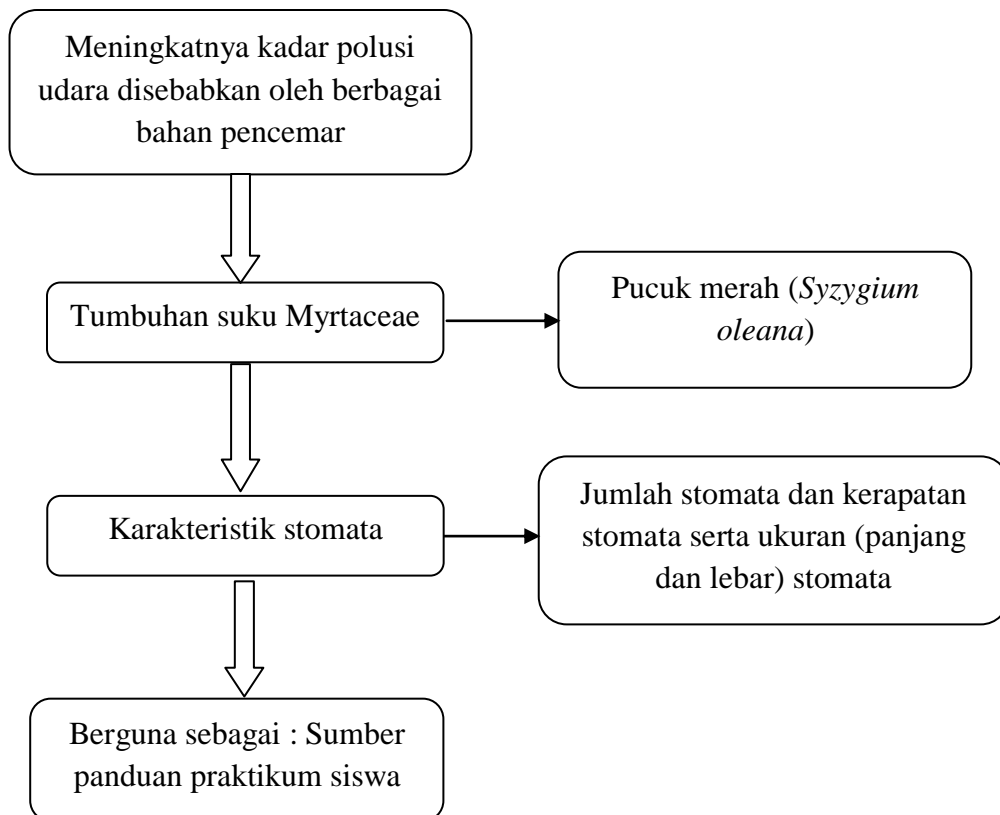
Stomata yang berfungsi sebagai pintu gerbang pertukaran gas dan uap air antara tumbuhan dengan lingkungan sekitar, pertukaran gas seperti CO₂ diperlukan tumbuhan untuk melangsungkan kegiatan respirasi yang disebut dengan proses fotosintesis. Transpirasi merupakan proses kehilangan air dalam bentuk uap dari jaringan tumbuhan yang terjadi pula melalui stomata.

Kadar polusi udara yang ada pada suatu lingkungan dapat mempengaruhi fungsi dari stomata, dimana pada daerah dengan kadar polusi yang lebih besar akan mengalami tingkat kerusakan stomata yang lebih banyak. Kerusakan stomata dapat berupa terjadinya penyempitan celah stomata, warna stomata yang menghitam karena pencemaran logam, sehingga stomata tidak dapat menjalankan fungsi normalnya. Jumlah stomata yang meningkat merupakan salah satu respon tumbuhan terhadap lingkungan terutama akibat adanya polusi udara. Selain itu, peningkatan kerapatan stomata juga merupakan bentuk adaptasi tumbuhan

terhadap lingkungan yang berpolusi, untuk menyerap kadar CO₂ lebih banyak lagi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik stomata pada tumbuhan suku Myrtaceae, yaitu tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang ada di UIN Raden Intan Lampung. Pemilihan tanaman pucuk merah karena tanaman ini merupakan jenis tanaman Myrtaceae yang populasi dan penanamannya terbanyak yang ada di area kampus, terutama pada lahan parkir.

Penelitian ini, diharapkan juga dapat berguna bagi peserta didik untuk berlatih menggunakan metode ilmiah dalam berbagai masalah dan membuat peserta didik dapat berfikir kreatif serta digunakan sebagai salah satu sumber belajar pada materi fotosintesis, yang berkaitan dengan karakteristik stomata.

Berikut kerangka berfikir peneliti :



I. Hipotesis

Berdasarkan uraian rumusan masalah di atas maka hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

H_0 = Tidak terdapat perbedaan jumlah, kerapatan dan ukuran stomata daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) di area parkir UIN Raden Intan Lampung.

H_1 = Terdapat perbedaan jumlah, kerapatan dan ukuran stomata daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) di area parkir UIN Raden Intan Lampung.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada wilayah kampus UIN Raden Intan Lampung, baik sebagai tempat pengambilan sampel maupun tempat pengamatan. Pertama lokasi untuk pengambilan sampel, yang didasarkan pada keberadaan tanaman suku Myrtaceae yaitu tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) dan tingkat pencemaran udara yang sering dilintasi kendaraan bermotor. Kedua, tempat untuk pengamatan karakteristik stomata daun, dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Tarbiyah

dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juli 2018.

B. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya : mikroskop binokuler, micrometer okuler dan pengkalibrasi mikrometer, kamera hp, kaca preparat/object glass, gunting dan alat tulis.

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa: helaian daun tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*), kutek transparan, kertas label dan isolatip transparan.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah tumbuhan yang tergolong suku Myrtaceae yang berada di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Observasi pendahuluan menunjukkan bahwa, tumbuhan suku Myrtaceae yang paling dominan kelimpahannya pada area kampus ialah tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*). Dengan demikian, pucuk merah dipakai sebagai sampel dalam penelitian ini.

Sampel yang akan digunakan ditentukan berdasarkan keberadaan tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) dan tingkat pencemaran udara yang sering dilalui kendaraan bermotor. Sampel penelitian diambil berada pada 9 titik tempat, dimana tempat tersebut merupakan area terbuka.

Lokasi pertama area parkir rektorat, yaitu di belakang gedung Rektorat, lokasi kedua area parkir akademik pusat yang berpusat di depan gedung akademik pusat, lokasi ketiga area parkir perpustakaan pusat, lokasi keempat area parkir dakwah, yaitu samping/depan gedung dekanat Dakwah, lokasi kelima area parkir syariah, yaitu samping gedung dekanat syariah, lokasi keenam area parkir FEBI, yaitu bagian samping/depan gedung laboratorium bank mini FEBI, lokasi ketujuh area parkir Ushuluddin, yaitu belakang gedung dekanat Ushuluddin, lokasi kedelapan area parkir tarbiyah (1) yaitu belakang gedung PGRA dan perkuliahan PAI dan lokasi kesembilan area parkir tarbiyah (2) yaitu belakang gedung kantor Jurusan PAI atau samping gedung BK.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *Purposive sampling*. Setiap titik lokasi dipilih 3 tanaman dan dari 3 tanaman tersebut kemudian diambil 3 helai daun, sehingga terdapat 81 sampel daun.

Purposive sampling merupakan teknik pengambilan sampel yang didasarkan pada ciri atau sifat tertentu yang diperkirakan memiliki sangkut paut erat dengan ciri-ciri atau sifat-sifat populasi yang diketahui sebelumnya. Jadi ciri-ciri atau sifat-sifat spesifik yang ada atau dilihat dalam populasi dijadikan kunci sebagai pengambilan sampel.⁸⁶

Sampel yang digunakan yakni daun yang telah berkembang sempurna yaitu daun posisi ke-5, 6 dan 7 dari pucuk. Untuk sampel stomata diambil dari helaian

⁸⁶ Cholid Narbuko dan Abu Achmadi. *Metodologi Penelitian*. (Jakarta : Bumi Aksara, 2008), h. 116

daun pucuk merah pada bagian pangkal, tengah dan ujung hal ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik stomata secara keseluruhan.

Berikut denah lokasi pengambilan sampel:



Gambarr 3.1: Titik Lokasi penelitian lapangan

Sumber : google maps

D. Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini adalah metode dekriptif dengan pendekatan labolatorik. Metode dekriptif digunakan untuk menggambarkan dan mendeskripsikan karakteristik stomata daun pada pucuk merah (*Syzygium oleana*).

Pendekatan labolatorik digunakan untuk mengetahui karakteristik stomata pada daun pucuk merah.

Untuk pengamatan mengenai karakteristk stomata daun dilakukan dengan pembuatan preparat stomata yaitu menggunakan metode replika atau cetakan. Metode replika dilakukan dengan pemberian kutek transparan pada permukaan (bawah atau atas) daun, lalu dibiarkan selama kurang lebih 10 menit atau sampai cat kuku kering pada daun.⁸⁷

E. Cara Kerja

1. Tahap Persiapan

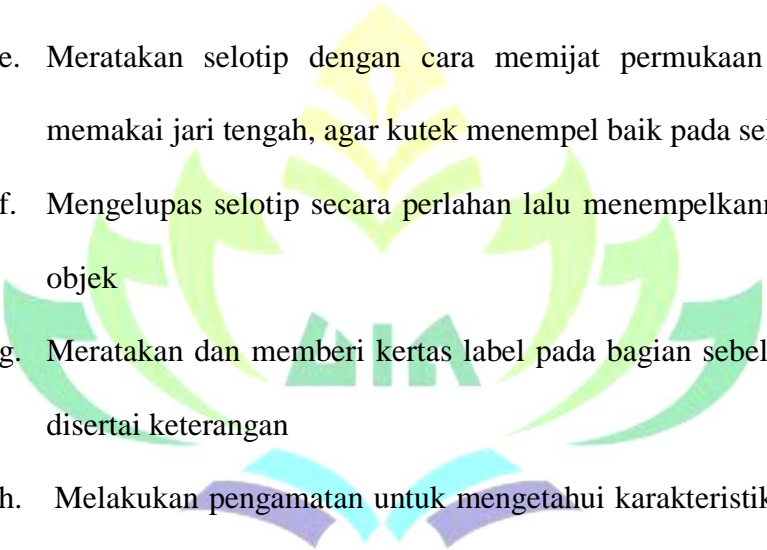
Peneliti mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan selama penelitian. Selain itu, dilakukan penentuan lokasi pengambilan sampel yang akan dilakukan di areal kampus UIN Raden Intan Lampung.

2. Tahap Pembuatan Preparat

Tahapan pengamatan stomata dilakukan dengan pembuatan prepatan menggunakan metode replika/cetakan. Pembuatan preparat untuk membuat cetakan stomata pada daun pucuk merah ialah dengan tahap-tahap berikut:

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian
- b. Membersihkan helaian daun dengan menggunakan tisu untuk menghilangkan debu ataupun kotoran yang menempel

⁸⁷ Nurmaya Papuangan, Nurhasanah dan Mudmainah D, “Jumlah dan Distribusi Stomata Pada Tanaman Penghijau di Kota Ternate”. *Jurnal BIOEBUKASI*, Vol. 3. No. 1, (2014), h 288.

- 
- c. Mengoleskan cat kuku pada permukaan daun, pada bagian pangkal, tengah, dan ujung kemudian membiarkannya sampai kering.
 - d. Menempelkan permukaan daun yang telah diolesi kutek transparan menggunakan selotip
 - e. Meratakan selotip dengan cara memijat permukaan daun dengan memakai jari tengah, agar kutek menempel baik pada selotip
 - f. Mengelupas selotip secara perlahan lalu menempelkannya pada gelas objek
 - g. Meratakan dan memberi kertas label pada bagian sebelah kiri dengan disertai keterangan
 - h. Melakukan pengamatan untuk mengetahui karakteristik stomata yang meliputi jumlah, kerapatan dan ukuran (panjang dan lebar) stomata di bawah mikroskop binokuler dengan perbesaran 40x10.

3. Pembuatan preparat untuk melihat luas daun dengan metode kertas millimeter blok

- a. Masing-masing 3 daun (atas, tengah dan bawah) dari setiap tanaman sampel
- b. Menggambar daun ke kertas millimeter blok sehingga terbentuk pola

- c. Menghitung jumlah kotak yang ada pada pola tersebut untuk menghitung luas daun. Jika kotak penuh atau lebih dari setengah maka dihitung satu. Jika kotak kurang dari setengah maka tidak dihitung.⁸⁸

F. Parameter Penelitian

Parameter yang diamati ialah karakteristik stomata daun pada tumbuhan suku Myrtaceae (pucuk merah (*Syzygium oleana*)), yang meliputi : jumlah, kerapatan dan ukuran (panjang stomata dan lebar) stomata.

G. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan cara deskriptif, dengan menggunakan analisis data deskripsi kualitatif dan deskripsi kuantitatif. Analisis deskripsi kualitatif ialah suatu proses dan penyajian fakta yang ditampilkan dalam bentuk gambar. Setelah diperoleh data deskriptif berupa gambar, kemudian dihitung presentase kerapatan stomata dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{jumlah stomata}}{\text{luas bidang pandang}}$$

$$\text{Luas bidang pandang} = \left(\frac{1}{4} \pi d^2 \right)$$

⁸⁸ Abdul Mufti Putra, “Teknik Pengukuran Luas Daun Tanaman”. (Laporan Praktikum Dasar Agroteknologi Acara III, Program Studi Agroteknologi Fakultas Agroteknologi, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta, 2014), h. 6

Setelah didapat hasil hitung kerapatan stomata, kemudian ditampilkan dalam bentuk data perolehan yang dianalisis menggunakan uji analisis ragam (ANOVA), apabila terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji LSD.

H. Alur Kerja Penelitian





A. Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada 9 (sembilan) area parkir kampus UIN Raden Intan Lampung. Lokasi pertama yaitu pada area parkir rektorat, berada di belakang gedung rektorat, kedua area parkir akademik pusat yaitu di depan gedung akademik pusat, ketiga area parkir perpustakaan pusat, keempat area parkir dakwah, yaitu samping dan depan gedung dekanat dakwah, kelima area parkir syariah, yaitu samping gedung dekanat syariah, keenam area parkir FEBI, yaitu samping dan depan gedung laboratorium bank mini FEBI, ketujuh area parkir Ushuluddin, yaitu belakang gedung dekanat Ushuluddin, kedelapan area parkir tarbiyah (1) yang terdapat di belakang gedung PGRA dan

perkuliahan PAI dan kesembilan area parkir tarbiyah (2) yang terdapat di samping gedung BK.

Sembilan lokasi tersebut masing-masing dihitung jaraknya mulai dari gerbang masuk kampus sampai pada per-area parkir. Sampel lokasi untuk area parkir rektorat berjarak 0,12 Km. Area parkir akademik pusat berjarak 0,138 Km. Area parkir perpustakaan pusat berjarak 0,156 Km. Area parkir syariah berjarak 0,18 Km. Area parkir dakwah berjarak 0,134 Km. Area parkir FEBI berjarak 0,24 Km. Area parkir Ushuluddin berjarak 0,264 Km. Area parkir tarbiyah (1) berjarak 0,246 Km dan area parkir tarbiyah (2) berjarak 0,256 Km.

B. Karakteristik Stomata dan Luas Daun

Penelitian karakteristik stomata pada daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) dilakukan dengan menggunakan metode replika. Selain itu juga dilakukan penambahan penelitian terkait luas daun dari masing-masing area parkir tersebut. Setelah dilakukan pengamatan maka didapatkan data hasil penelitian luas daun dan karakteristik stomata sebagai berikut:

Tabel 4.1
Jumlah, kerapatan dan ukuran stomata serta luas daun pucuk merah (*Syzygium oleana*)

Area Parkir	Nilai rata-rata \pm SD				
	Jumlah stomata	Kerapatan stomata	Panjang stomata	Lebar stomata	Luas daun
Rektorat	93,18 ^{ab} \pm 3,63	475,96 ^{ab} \pm 17,04	18,30 ^a \pm 0,17	12,90 ^a \pm 0,17	25,89 ^{ab} \pm 5,23

Akademik pusat	90,26 ^{ab} ± 4,95	457,85 ^{ab} ± ±22,91	19,07 ^a ± 0,55	13,63 ^{bc} ± ±0,46	29,55 ^{ab} ± 2,36
Perpustakaan pusat	97,96 ^a ± 0,62	494,07 ^a ± 31,73	17,70 ^a ± 0,69	12,70 ^a ± 0,35	22,78 ^a ± 3,34
Dakwah	88,19 ^b ± 2,42	450,11 ^b ± 12,42	19,13 ^a ± 0,32	13,73 ^b ± 0,15	29,66 ^b ± 3,48
Syariah	92,77 ^{ab} ± 2,61	472,94 ^{ab} ± 13,51	18,43 ^a ± ±0,64	13,00 ^a ± 0,20	26,11 ^{ab} ± 3,53
FEBI	94,07 ^{ab} ± 4,78	479,36 ^{ab} ± 24,35	18,07 ^a ± 0,45	12,86 ^a ± 0,40	24,00 ^{ab} ± 5,36
Ushuludin	91,88 ^{ab} ± 4,45	468,22 ^{ab} ± 22,71	18,46 ^a ± ±0,47	13,16 ^{ac} ± ±0,22	26,22 ^{ab} ± 2,36
Tarbiyah 1	93,44 ^{ab} ± 3,13	476,53 ^{ab} ± 15,48	18,20 ^a ± 0,70	12,90 ^a ± 0,32	24,33 ^{ab} ± 4,50
Tarbiyah 2	94,92 ^{ab} ± 4,33	482,00 ^{ab} ± 27,84	18,00 ^a ± 0,36	12,76 ^a ± 0,31	23,22 ^{ab} ± 1,89

Sumber : data terolah

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji ANOVA taraf 0,05 atau 5 % yang diikuti uji lanjut LSD

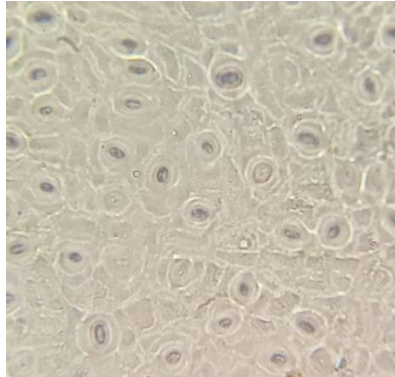
1. Jumlah stomata dan kerapatan stomata

Berdasarkan hasil perolehan, diketahui bahwa jumlah stomata dan kerapatan stomata berbeda nyata hanya pada area parkir perpustakaan pusat terhadap area parkir dakwah. Hasil pengamatan mengenai kerapatan stomata dilakukan dengan menentukan dahulu luas bidang pandangnya. Luas bidang pandang yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan menggunakan perbesaran 40x10 yaitu sebesar 0.19625/mm².⁸⁹ Kerapatan stomata merupakan hasil bagi antara jumlah stomata dengan luas bidang pandang yang digunakan.

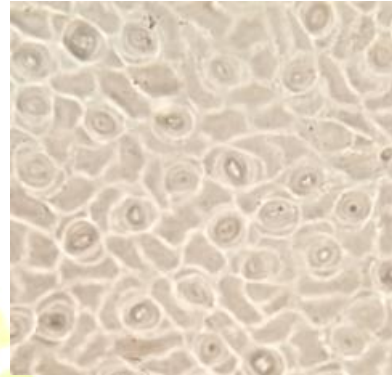
⁸⁹Faizatul Izza, dkk, "Karakteristik Stomata Tempuyung dan Hubungannya dengan Transpirasi Tanaman di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang". *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam* (2015) h. 178

Kerapatan stomata diketahui paling tinggi terdapat pada area parkir perpustakaan pusat dan yang terendah pada area parkir dahwah. Hal ini dikarenakan pada area parkir perpustakaan pusat memiliki jumlah stomata paling banyak dan pada area parkir dakwah memiliki jumlah stomata paling sedikit dibandingkan dengan area parkir lain. Tanaman yang tumbuh pada lokasi berpolusi dapat memengaruhi jumlah maupun kerapatan stomatanya. Pada area parkir perpustakaan pusat memiliki nilai kerapatan tertinggi, dikarenakan pucuk merah (*Syzygium oleana*) dan area parkir perpustakaan pusat berada dipertengahan jalan menuju dan kembali dari fakultas-fakultas lain, sehingga emisi yang dihasilkan bukan hanya berasal dari kendaraan pada area parkir saja, melainkan juga dari kendaraan yang melintasi jalur tersebut. Menurut Gunarno, tanaman yang berada pada daerah terpapar polusi cenderung akan meningkatkan jumlah stomata sebagai respon untuk mempertahankan diri. Peningkatan jumlah stomata tersebut membantu dalam penyerapan CO₂ untuk kegiatan fotosintesis.⁹⁰ Berikut gambar hasil pengamatan stomata pada setiap area parkir :

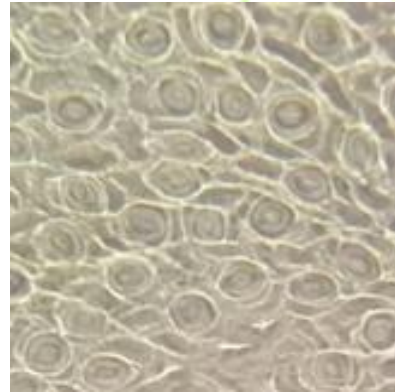
⁹⁰ Astir Nurandini, "Anatomi Jaringan Daun dan pertumbuhan Tanaman *Celocasia cristata*, *Chataranthus roseus*, dan *Ghomphrena glosoba* pada Lingkungan Udara Tercemar". *Jurnal Bogor* (2011), h. 8



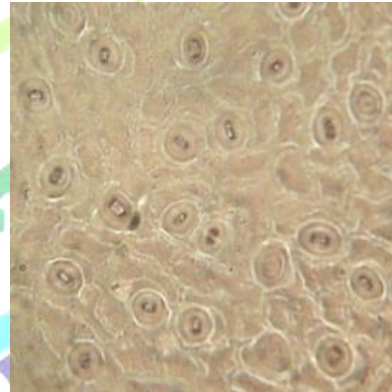
Gambar 4.1 Area Parkir Rektorat



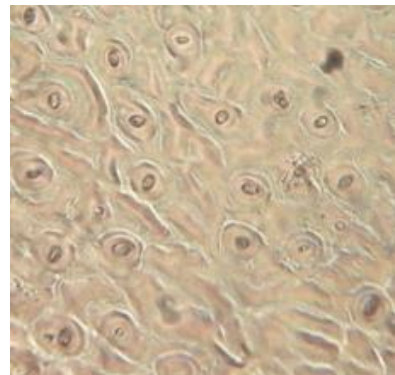
Gambar 4.2 Area Parkir A. Pusat



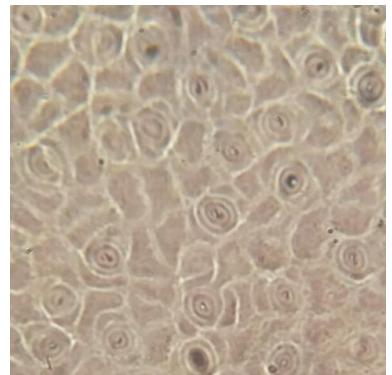
Gambar.4.3Area Parkir Perpustakaan
Pusat



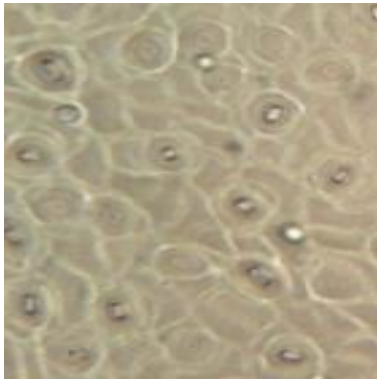
Gambar 4.4 Area Parkir Dahwah



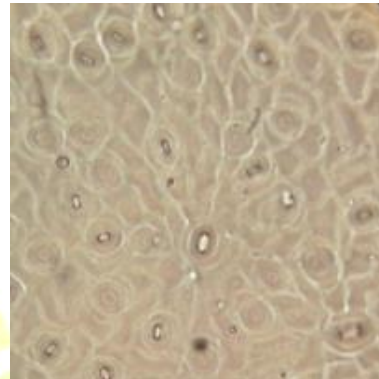
Gambar 4.5 Area Parkir Syariah



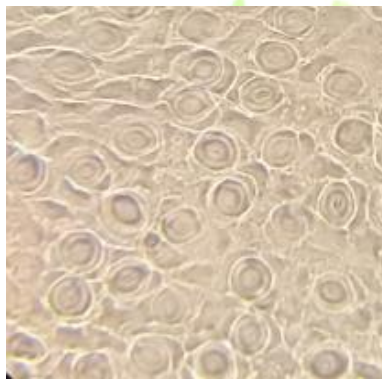
Gambar 4.6 Area Parkir FEBI



Gambar 4.7 Area Parkir Ushuludin

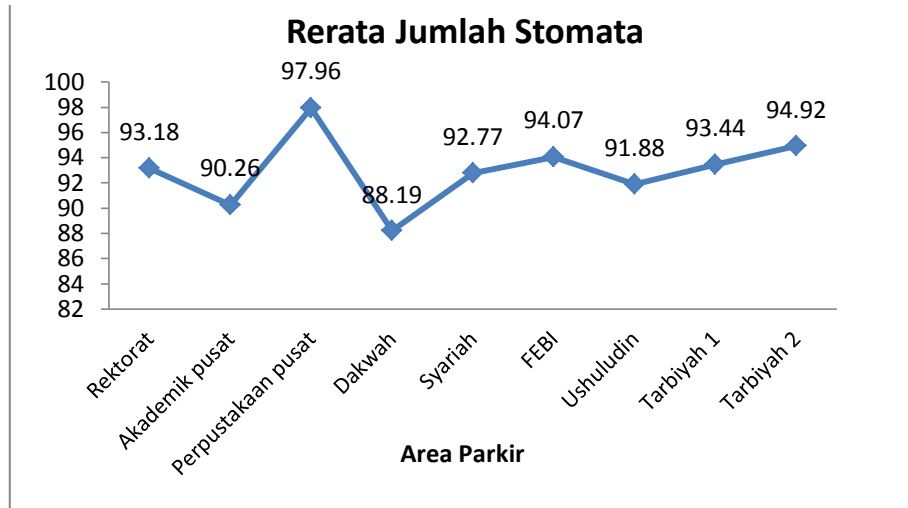


Gambar 4.8 Area Parkir Tarbiyah 1

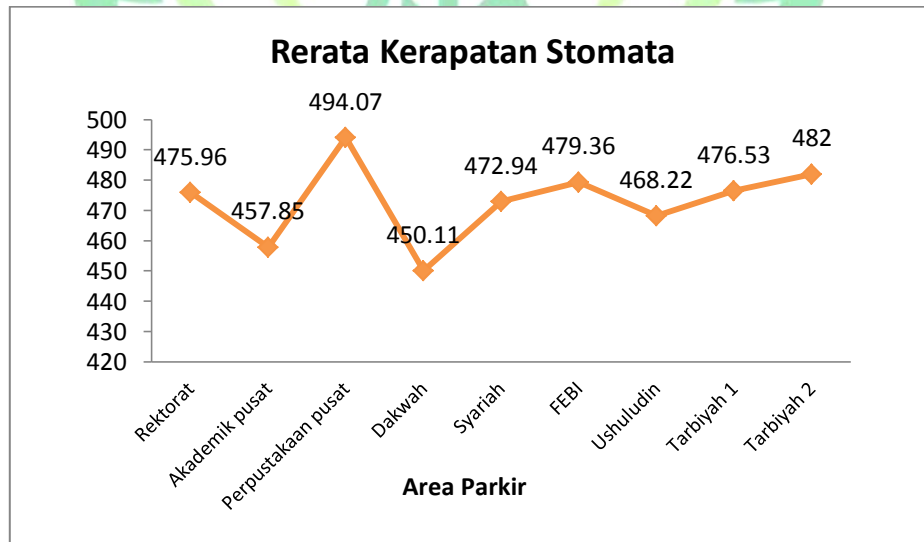


Gambar 4.9 Area Parkir Tarbiyah 2

Secara analisis data hanya pada area parkir perpustakaan pusat yang berbeda nyata terhadap area parkir dakwah, akan tetapi jika dilihat dari rata-rata terdapat perbedaan nyata yang tampak pada grafik berikut :



Gambar 4.10. Grafik rerata jumlah stomata pada tiap area parkir



Gambar 4.11. Grafik rerata kerapatan stomata pada tiap area parkir

2. Ukuran stomata

Berdasarkan hasil perolehan pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa panjang stomata tidak berbeda nyata pada setiap area parkir. Untuk ukuran lebar stomata pada area parkir rektorat berbeda nyata dengan area parkir

akademik pusat dan dakwah. Pada area parkir akademik pusat berbeda nyata dengan area parkir rektorat, perpustakaan pusat, syariah, FEBI, tarbiyah 1 dan 2.

Hasil pengamatan ukuran (panjang dan lebar) sel stomata dapat dilihat selengkapnya pada lampiran 7. Berikut disajikan gambar hasil cara pengukuran (panjang dan lebar) sel stomata dengan menggunakan mikrometer okuler :



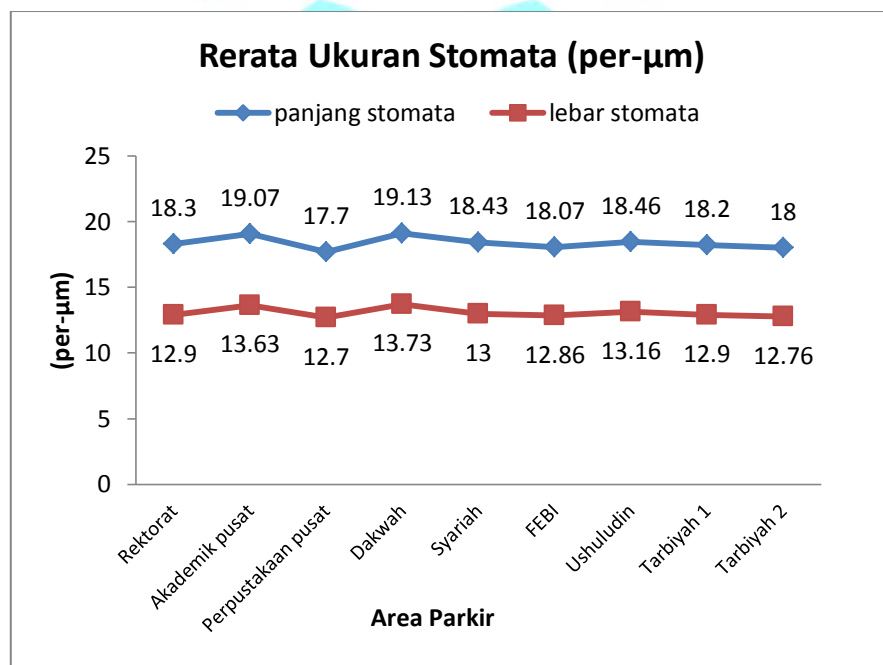
Gambar 4.12

a.) pengukuran panjang stomata dan b.) pengukuran lebar stomata

Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada tabel di atas diketahui bahwa, ukuran (panjang dan lebar) stomata terkecil terdapat pada area parkir perpustakaan pusat dan terbesar terdapat pada area parkir dakwah. Hal ini berbeda terhadap hasil jumlah stomata dan kerapatan stomata yang diketahui pada area parkir perpustakaan pusat memiliki jumlah dan kerapatan paling banyak dan area parkir dakwah paling sedikit. Lina Juairiah dalam penelitiannya menambahkan bahwa adanya perubahan kerapatan stomata yang diikuti dengan perubahan ukuran stomata pada tanaman *Vitex pinnata*,

dan *Syzygium garcinifolium*. Tanaman *Plumbago auriculata*, *Rhododendron obtusum* dan *Pseuderanthemum reticulatum* yang berada pada intensitas kendaraan tinggi diketahui memiliki jumlah stomata lebih banyak namun ukuran stomata lebih kecil dibanding dengan yang berada pada intensitas kendaraan rendah.⁹¹

Secara analisis data ukuran panjang stomata pada tiap area parkir menunjukkan tidak berbeda nyata, namun bila dilihat dari rata-rata terdapat perbedaan nyata yang tampak pada grafik dibawah, dan juga untuk ukuran lebar stomata. Berikut disajikan grafik ukuran stomata:



Gambar 4.13. Grafik rerata ukuran stomata pada setiap area parkir

⁹¹ Luki Anisa Nurul Fathia, Medha Baskara dan Sitawati, “Analisis Kemampuan Tanaman Semak di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Berat Pb”, *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol. 3, No. 7, (Oktober 2015), h.531

3. Luas daun

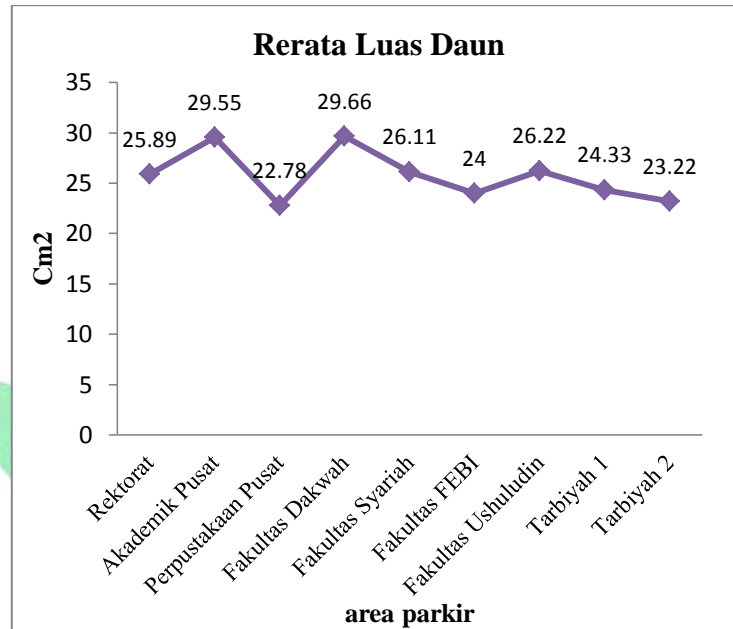
Penelitian luas daun pada tanaman pucuk merah dilakukan dengan menggunakan kertas milimeter blok. Metode millimeter blok yakni metode pengukuran daun dengan menggunakan kertas millimeter dan peralatan menggambar untuk mengukur luas daun.⁹² Metode ini dilakukan dengan meletakkan daun diatas kertas millimeter dan kemudian meggambar sesuai pola daun.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa luas daun yang berbeda nyata hanya terdapat pada area parkir perpustakaan pusat dengan area parkir dakwah. Luas daun yang paling lebar yakni terdapat pada area parkir dakwah dan paling sempit ialah pada area parkir perpustakaan pusat. Total luas daun dari suatu tanaman yang terkena polusi akan mengalami penurunan, yang disebabkan karena terhambatnya laju pertumbuhan dan perluasan daun, sehingga secara langsung ataupun tidak langsung akan menurunkan hasil fotosintesis.⁹³ Penelitian yang dilakukan oleh Heru dkk, menunjukkan bahwa kepadatan lalu memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan luas

⁹² Abdul Mufti Putra, "Teknik Pengukuran Luas Daun Tanaman". (Laporan Praktikum Dasar Agroteknologi Acara III, Program Studi Agroteknologi Fakultas Agroteknologi, Universitas Mercu Buana, Yogyakarta, 2014), h. 5.

⁹³ Siregar EBM, "Pencemaran Udara, Respon Tanaman dan Pengaruhnya Pada Manusia". (Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, 2005), h.8

permukaan daun.⁹⁴ Berikut disajikan grafik luas daun pada masing-masing area parkir :



Gambar 4.14
Grafik rerata luas daun pada setiap area parkir

C. Emisi Gas Buang

Penelitian ini dilakukan pula perhitungan kendaraan pada tiap area parkir selama 3 hari berturut-turut yaitu pada 8-10 Mei 2018, yang dimulai pada pukul 07.30-15.30 WIB. dimana setiap jamnya dilakukan pengamatan selama 15 menit. Hasil perhitungan kendaraan dapat dilihat pada lampiran 5. Setelah diketahui jumlah kendaraan pada masing-masing area parkir, maka dapat diketahui total

⁹⁴ Heru Puji Raharjo, "Pengaruh Tingkat Kepadatan Lalu Lintas Dan Waktu Pengamatan yang Berbeda Terhadap Ukuran dan Jumlah Stomata Daun Glodokan". *Jurnal Biologi*, Vol.4, No.1, (Januari, 2015) h.8

emisi yang dihasilkan. Adapun hasil perhitungan emisi untuk tiap-tiap areal parkir dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4.2
Rerata jumlah emisi (gr/hari) pada setiap area parkir

Area Parkir	Nilai rata-rata \pm SD			
	CO	HC	NO _x	SO ₂
Rektorat	803,57 ^a \pm 49,89	307,53 ^a \pm 21,85	22,45 ^a \pm 5,33	0,50 ^a \pm 0,01
Akademik pusat	234,88 ^b \pm 45,12	81,24 ^{bd} \pm 17,26	6,91 ^{bd} \pm 0,61	0,14 ^{bd} \pm 0,03
Perpustakaan pusat	749,10 ^a \pm 132,29	282,79 ^a \pm 18,63	19,00 ^a \pm 8,71	0,46 ^a \pm 0,09
Dakwah	213,51 ^b \pm 42,27	71,60 ^{bd} \pm 11,84	6,10 ^{bd} \pm 1,43	0,13 ^d \pm 0,03
Syariah	797,67 ^a \pm 78,40	306,51 ^{ad} \pm 75,44	21,36 ^a \pm 1,79	0,48 ^a \pm 0,03
FEBI	1908,00 ^c \pm 615,70	642,97 ^c \pm 172,34	60,71 ^c \pm 20,11	1,20 ^c \pm 0,37
Ushuludin	689,38 ^a \pm 63,67	281,84 ^{ad} \pm 48,42	18,98 ^{ad} \pm 1,88	0,44 ^{ad} \pm 0,09
Tarbiyah 1	1571,61 ^d \pm 59,88	627, 66 ^c \pm 16,61	32,55 ^c \pm 1,24	0,90 ^c \pm 0,04
Tarbiyah 2	3012,08 ^e \pm 334,56	1340,10 ^e \pm 335,81	80,49 ^e \pm 10,49	1,52 ^c \pm 0,40

Sumber : data terolah

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata pada uji ANOVA taraf 0,05 atau 5 %

Emisi atau gas buangan yang dihasilkan oleh kendaraan diantaranya berupa karbon monoksida (CO), oksida sulfur (SO₂) oksida nitrogen (NO_x) dan hidrokarbon (HC).⁹⁵

⁹⁵ Asep Zainal Mutaqin, dkk, “Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan”. *Jurnal Biodjati*, Vol.1 No.1 (November 2016) h. 13

Emisi gas buang karbon monoksida (CO) termasuk kedalam salah satu hasil buangan asap kendaraan bermotor, dimana gas buang ini tidak berwarna dan tidak berbau.⁹⁶ Area parkir rektorat dan perpustakaan pusat diketahui emisi CO berbeda nyata dengan area parkir akademik pusat, dakwah, FEBI tarbiyah 1 dan 2. Area parkir akademik pusat berbeda nyata terhadap area parkir rektorat, perpustakaan pusat, syariah, FEBI, ushuludin, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir dakwah berbeda nyata terhadap hampir seluruh area parkir, tetapi sama dengan area parkir akademik pusat. Area parkir ushuludin berbeda nyata terhadap area parkir akademik pusat, dakwah, FEBI tarbiyah 1 dan 2. Area parkir FEBI, tarbiyah 1 dan 2 berbeda nyata pada semua area parkir lain.

Emisi gas buang HC (hidro karbon) pada umumnya berwarna kehitaman dan aromanya cukup tajam.⁹⁷ Pada area parkir rektorat dan perpustakaan pusat diketahui emisi HC berbeda nyata dengan area parkir akademik pusat, dakwah, FEBI tarbiyah 1 dan 2. Area parkir akademik pusat berbeda nyata dengan area parkir rektorat, perpustakaan pusat, FEBI tarbiyah 1 dan 2. Area parkir dakwah berbeda nyata terhadap area parkir rektorat, perpustakaan pusat, FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir syariah dan ushuludin berbeda nyata terhadap area parkir FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir FEBI, tarbiyah 1 dan 2 berbeda nyata pada semua area parkir.

⁹⁶ Devianti Muziansyah, Rahayu Sulistyorini dan Syukur Sebayang, "Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus : Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)", *JRSDD*, Vol.3, No.1, (Maret 2015), h.60

⁹⁷ *Ibid*, h. 60

Emisi gas buang NO_x (nitrogen oksida) umumnya tidak berwarna dan tidak beraroma.⁹⁸ Pada area parkir rektorat dan perpustakaan pusat emisi gas NO_x berbeda nyata dengan area parkir akademik pusat, dakwah, FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir akademik pusat berbeda nyata terhadap area parkir rektorat, perpustakaan pusat, syariah, FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir dakwah berbeda nyata dengan hampir seluruh area parkir, tetapi sama dengan akademik pusat dan ushuludin. Area parkir ushuludin berbeda nyata dengan area parkir akademik pusat, dakwah, FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir FEBI, tarbiyah 1 dan 2 berbeda nyata terhadap semua area parkir.

Emisi gas buangan SO₂ (sulfur dioksida) pada area parkir rektorat dan perpustakaan pusat diketahui berbeda nyata dengan area parkir akademik pusat, dakwah, FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir akademik pusat berbeda nyata terhadap rektorat, perpustakaan pusat, syariah FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir dakwah berbeda nyata dengan rektorat, perpustakaan pusat, syariah FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir syariah berbeda nyata dengan area parkir akademik pusat, dakwah, FEBI tarbiyah 1 dan 2. Pada area parkir ushuludin berbeda nyata dengan area parkir FEBI, tarbiyah 1 dan 2. Area parkir FEBI, tarbiyah 1 dan 2 berbeda nyata dengan semua area parkir lain.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat diketahui rata-rata jumlah emisi (CO, HC, NO_x dan SO₂) pada setiap area parkir dari yang tertinggi hingga terendah berturut-turut yaitu ditunjukkan pada area parkir tarbiyah 2, FEBI,

⁹⁸ *Ibid*, h. 60

tarbiyah 1, rektorat, syariah, perpustakaan pusat, ushuludin, akademik pusat dan area parkir dakwah. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan kendaraan, dimana jumlah kendaraan paling banyak ialah terdapat pada area parkir tarbiyah

2. Devianti Muziansyah dalam penelitiannya menambahkan pula bahwa jumlah kendaraan yang berkembang pesat dapat menyebabkan dominannya pencemaran udara.

D. Hubungan Emisi dengan Luas Daun dan Stomata

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) dalam penelitian ini dipilih berdasarkan lokasi yang terpapar polusi, sehingga sampel daun diambil pada 9 (sembilan) area parkir yang ada di kampus. Sampel yang diambil pada lokasi tersebut didasari bahwa adanya pengaruh yang nyata ditunjukkan antara kepadatan atau banyaknya kendaraan terhadap luas permukaan daun. Lokasi dengan kepadatan kendaraan tertinggi menunjukkan ukuran luas permukaan daun paling kecil dibandingkan dengan lokasi lain, yang memiliki tingkat padat kendaraan sedang dan rendah.⁹⁹

Daun merupakan salah satu bagian tumbuhan yang penting. Daun biasanya tipis melebar dan kaya akan suatu zat warna hijau yang dinamakan klorofil.¹⁰⁰ Energi cahaya yang diserap oleh klorofil menggerakkan sintesis

⁹⁹ Heru Puji Raharjo, Sri Haryanti dan Rini Budihastuti, “Pengaruh Tingkat Kepadatan Lalu Lintas dan Waktu Pengamatan yang Berbeda Terhadap Ukuran dan Jumlah Stomata Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia* .Sonn)”. *Jurnal Biologi*, Volume 4 No 1, (Januari 2015) h. 80

¹⁰⁰ Gembong Tjitrosoepomo, *Morfologi Tumbuhan*, (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2017), h.7

molekul organik dalam kloroplas. Klorofil terutama ditemukan dalam sel mesofil jaringan di interior daun.¹⁰¹

Surakarso dalam penelitiannya mendapati bahwa kandungan pencemar di udara secara umum menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap abnormalitas masing-masing jaringan. Kerusakan abnormal anatomi daun yang termasuk juga kerusakan klorofil dan kloroplas akibat pencemaran udara disebabkan adanya pengaruh gas pencemar tersebut yang mempengaruhi pH medium sel dan jaringan yang menjadi lebih rendah (ion-ion H^+ meningkat). Menurut Kovacs dalam penelitian yang dilakukan Ebynthalina dan Endang Sulistyawati menambahkan pula, terjadinya penurunan luas permukaan daun dapat dipengaruhi oleh menurunnya kandungan klorofil akibat akumulasi bahan pencemar. Penurunan kandungan klorofil mengakibatkan penurunan laju proses fotosintesis sehingga hasil proses fotosintesis juga akan berkurang. Asupan hasil fotosintesis yang terhambat kepada sel-sel apikal akan menyebabkan terhambatnya pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan luas permukaan daun.¹⁰²

Terhambatnya pembelahan dan pemanjangan sel pada tumbuhan disebabkan karena mekanisme kerja auksin terganggu. Hormon auksin bekerja dengan cara mempengaruhi pelenturan dinding sel. Auksin memicu protein tertentu yang ada pada membran plasma sel tumbuhan untuk memompa ion H^+ ke

¹⁰¹ Campbell, *Biologi Edisi Kedelapan, Jilid 1*, (Jakarta: Erlangga, 2010), h.201

¹⁰² Ebynthalina Sembiring dan Endang Sulistyawati, "*Akumulasi Pb dan Pengaruhnya Pada Kondisi Daun Swietenia Macrophylla King*", (Bandung : Institut teknologi bandung, 2006), h.7

dinding sel. pH dinding sel yang rendah akan menyebabkan sebagian besar auksin menjadi tak bermuatan karena pH yang lebih rendah akan mempertahankan gugus karboksil auksin menjadi terdisosiasi. Ion H^+ ini akan mengaktifkan enzim tertentu yang memutuskan beberapa ikatan rantai molekul selulosa penyusun dinding sel. Sel tumbuhan kemudian memanjang akibat air yang masuk secara osmosis dan terus tumbuh dengan mensintesis kembali material dinding sel dan sitoplasma.¹⁰³

Luas daun pucuk merah pada lokasi dengan kadar polusi udara tinggi memiliki ukuran yang lebih sempit dibanding dengan yang berada pada lokasi dengan kadar polusi rendah. Luas daun merupakan salah satu parameter utama dalam menentukan besar kecilnya laju fotosintesis pada tumbuhan. Sehingga pada tanaman mempertahankan diri dengan meningkatkan efisiensi fotosintesis di lokasi yang terpolusi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mishra yang menyatakan bahwa emisi kendaraan yang terserap oleh daun melalui stomata secara bertahap akan menyebabkan laju fotosintesis terhambat, sehingga luas permukaan daun berkurang, terjadi penurunan kadar klorofil dan semakin lama akan menyebabkan kematian pada daun.¹⁰⁴ Sulasmini, dkk dalam penelitiannya mengungkapkan pula bahwa di Kota Denpasar didapatkan luas daun Angsana

¹⁰³ Kunta Adi Tetuka, Sarjana Parman dan Munifatul Izzati, "Pengaruh Kombinasi Hormon Tumbuh Giberelin dan Auksin Terhadap Perkecambahan Biji dan Pertumbuhan Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Mull. Arg)", *Jurnal Biologi*, Vol.4, No.1 (2015), h.64-65

¹⁰⁴ L.C. Mishra, "Effects of Sulphur dioxide Fumigation On Groundnut *Arachis hipogaeae*". *Environmental and Experimental Botan*, Vol. 20 Issue 4, (Oktober 2013), h. 398

pada daerah yang padat kendaraan ialah 42,745 cm² dan untuk daerah sepi ialah 49,089 cm².¹⁰⁵

Selain faktor polusi, terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi luas daun seperti karena adanya faktor cuaca panas. Cuaca panas dapat menyebabkan kekeringan dan meningkatkan partikel debu. Pada hari yang panas dan kering, sebagian tumbuhan menutup stomatanya sebagai respon untuk mempertahankan air. Respon tersebut juga akan menurunkan hasil fotosintesis karena membatasi akses masuknya CO₂. Cuaca panas dapat meningkatkan partikel debu pada daun. Banyaknya partikel debu pada daun nantinya akan menutupi stomata, dimana hal ini akan menghalangi pula masuknya CO₂. Jika CO₂ yang masuk pada daun berkurang maka proses fotosintesis menjadi terhambat, sehingga daun akan lebih kecil jika dibandingkan dengan cuaca normal.¹⁰⁶

Pengamatan karakteristik stomata pada pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang dilakukan ialah terkait jumlah dan kerapatan stomata. Pengambilan sampel pada tempat parkir karena diketahui bahwa, emisi gas buang kendaraan bermotor dapat mempengaruhi keadaan stomata, diantaranya berupa peningkatan jumlah dan kerapatan stomata.¹⁰⁷

¹⁰⁵ Heru Puji Raharjo, Sri Haryanti dan Rini Budihastuti, "Pengaruh Tingkat Kepadatan Lalu Lintas dan Waktu Pengamatan yang Berbeda Terhadap Ukuran dan Jumlah Stomata Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia* .Sonn)". *Jurnal Biologi*, Vol. 4 No. 1, (Januari 2015) h. 80-81

¹⁰⁶ Muhammad Ridwan, "*Laporan Biologi Plastisitas*", 2013. (On-line) tersedia di : <http://bundelan-lap-o-ran.co.id/2013/04/laporan-biologi-plastisitas.html>.

¹⁰⁷ Nindya Ayu Ingeswari, dkk, "Karakteristik Stomata Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Will) Berdasarkan Tempat yang Berbeda" *Prosiding Seminar Nasional II Kerjasama FKIP dan PSLK UMM*, (Maret 2016), h.893

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang dipilih untuk pelaksanaan penelitian didasarkan pada lokasi yang terpapar polusi, sehingga sampel daun diambil pada 9 (sembilan) area parkir yang ada di kampus. Pengambilan sampel pada tempat parkir karena diketahui bahwa, emisi gas buangan kendaraan bermotor dapat mempengaruhi keadaan stomata, diantaranya berupa peningkatan jumlah dan kerapatan stomata.¹⁰⁸

Hasil pengamatan karakteristik stomata pada pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang telah dilakukan menunjukkan bahwa, jumlah dan kerapatan stomata cenderung meningkat pada area parkir dengan jumlah emisi yang tinggi. Kerapatan stomata meningkat dikarenakan jumlah stomata pada daun yang terpapar polusi akan semakin banyak, sehingga kerapatan stomatanya juga akan semakin rapat dan berdekatan jaraknya antara stomata satu dengan lainnya.¹⁰⁹

Jumlah dan kerapatan stomata meningkat seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan pada tiap parkir. Peningkatan jumlah dan kerapatan stomata disebabkan akibat adanya respon yang diberikan terhadap gas buang kendaraan.¹¹⁰ Akan tetapi, terdapat perbedaan pada 1 (satu) lokasi yaitu di area parkir perpustakaan pusat. Rerata jumlah dan kerapatan stomata pada area parkir perpustakaan pusat diketahui paling meningkat dibandingkan dengan area parkir

¹⁰⁸ Nindya Ayu Ingeswari, dkk, "Karakteristik Stomata Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Will) Berdasarkan Tempat yang Berbeda" *Prosiding Seminar Nasional II Kerjasama FKIP dan PSLK UMM*, (Maret 2016), h.893

¹⁰⁹ Suhaimi, "Pengaruh Kadar Timbal (Pb) Terhadap Kerapatan stomata dan Kandungan Klorofil Pada Glodokan (*Polyalthia longifolia* Sonn) Sebagai peneduh Kota di Langsa" *Journal of Islamic Science and Technology* Vol. 3, No.1, (Juni 2017) h.105

¹¹⁰ Asep Zainal Mutaqin, dkk, "Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan". *Jurnal Biodjati*, Vol.1 No.1 (November 2016) h. 17

lain, namun jumlah emisi yang dihasilkan tidak menunjukkan hal yang sama. Jumlah emisi pada area parkir perpustakaan pusat berada pada urutan tinggi keenam. Hal ini dapat terjadi dikarenakan tempat tumbuh tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) dan area parkir pada perpustakaan pusat berada di pertengahan jalan menuju dan kembali dari fakultas-fakultas lain. Fakultas-fakultas tersebut diantaranya Syariah, FEBI, Tarbiyah dan Keguruan serta Ushuludin. Akibatnya, emisi gas buang yang dihasilkan pun bertambah, tidak hanya berasal dari kendaraan yang memasuki area parkir perpustakaan pusat melainkan, juga dari kendaraan yang melintasi akses jalan tersebut. Hal tersebut mengakibatkan tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang ada di area parkir perpustakaan pusat melakukan respon dengan meningkatkan jumlah stomatanya.

Daun yang tumbuh pada tanaman dengan kondisi lingkungan terpolusi cenderung mempunyai kerapatan stomata yang lebih rapat.¹¹¹ Penelitian yang dilakukan Gunarno, pada tanaman *Rheo discolor* menambahkan bahwa jumlah stomata dan kerapatan stomata pada daerah tercemar lebih tinggi dibandingkan pada daerah yang tidak tercemar. Tanaman jambang (*Syzygium cumini*) meningkatkan jumlah stomata akibat polusi debu yang timbul karena proses industri pada wilayah India.¹¹² Hal tersebut merupakan bentuk adaptasi fisiologis akibat pencemaran udara. Respon tumbuhan akibat kehadiran pencemaran udara atau polusi dari aktivitas transportasi tersebut, dilakukan oleh tumbuhan sebagai

¹¹¹ Suhaimi. *Op.cit*, h.105

¹¹² Rupranayan Sett, "Responses in Plants Exposed to Dust Pollution". *Horticulture International Journal*, Vol.1 Issue.2 (November 2017), h. 2

upaya untuk mengurangi terdifusinya polutan ke jaringan daun.¹¹³ Partikel-partikel polutan seperti debu dan emisi gas buangan yang ada pada suatu lingkungan akan masuk ke dalam daun lewat celah stomata. Polutan yang menempel pada stomata akan terakumulasi dan apabila dalam jumlah yang cukup besar dapat merusak sel-sel stomata. Sel-sel stomata yang rusak kemudian akan merangsang produksi stomata dalam jumlah yang lebih banyak, agar proses fotosintesis dapat berjalan dengan normal.¹¹⁴

Hal sama ditemukan pada penelitian Elis Tambaru, pada tanaman *Pterocarpus indicus*, *Swietenia macrophylla* King dan *Filicium decipiens* yang memodifikasi diri dengan meningkatkan kerapatan dan indeks stomatanya, berguna untuk penangkapan CO₂, hal ini diikuti pula dengan terjadinya penebalan pada jaringan palisade dan bunga karang yang berfungsi untuk peningkatan efisiensi fotosintesis sehingga dapat bertahan hidup.¹¹⁵ Polutan (bahan pencemar) yang berasal dari emisi gas buangan kendaraan dan mengandung senyawa toksik yaitu berupa CO, HC, NO_x dan SO₂ dan Pb.¹¹⁶ Senyawa-senyawa tersebut biasanya bergabung dengan partikel debu, selanjutnya masuk ke dalam daun

¹¹³ Andri Windi Satolon, Novri Y Kandowanko, Abubakar Sidik Katili “Analisis Kadar Klorofil, Indeks stomata dan Luas daun Tumbuhan Mahoni (*Swietenia Maccrophylla* King) Pada Beberapa Jalan di Gorontalo”. *Jurnal Program Studi Biologi Fakultas MIPA*, UIN, Gorontalo. (2011), h. 8

¹¹⁴ Asep Zainal Mutaqin, dkk, “Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan”. *Jurnal Biodjati*, Vol.1 No.1 (November 2016) h. 16

¹¹⁵ Astir Nurandini, “Anatomi Jaringan Daun dan pertumbuhan Tanaman *Celocasia cristata*, *Chataranthus roseus*, dan *Ghomphrena glosoba* pada Lingkungan Udara Tercemar”. *Jurnal Bogor* (2011) h.8

¹¹⁶ Dyah Ratri Nurmaningsih “Analisis Kualitas Udara Ambien Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor di Kawasan Coyudan, Surakarta”, *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 3, No.2 (Maret 2013), h. 47

melalui proses difusi dan akan menutup mulut stomata sehingga anatomi daun akan berubah (memberikan respon). Salah satu respon yang diberikan ialah dengan meningkatnya jumlah stomata.¹¹⁷

Hasil pengamatan karakteristik stomata pada pucuk merah (*Syzygium oleana*) selanjutnya ialah untuk ukuran stomata. Data hasil uji anova menunjukkan ukuran stomata menurun seiring dengan peningkatan jumlah kendaraan pada setiap area parkir.

Tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) yang berada pada tingkat emisi gas buangan kendaraan rendah meningkatkan ukuran stomatanya. Sebaliknya, tanaman pucuk merah yang berada pada tingkat emisi gas buangnya tinggi menurunkan ukuran stomatanya. Adanya perubahan kerapatan stomata juga diikuti dengan perubahan ukuran stomata, dimana ukuran sel stomata yang lebih kecil akan menghasilkan kerapatan yang lebih tinggi. Tanaman *Plumbago auriculata*, *Rhododendron obtusum* dan *Pseuderanthemum reticulatum* yang tumbuh di tempat dengan intensitas kendaraan tinggi diketahui memiliki jumlah stomata lebih banyak namun ukuran stomata lebih kecil dibandingkan dengan yang tumbuh pada tempat di intensitas kendaraan rendah.¹¹⁸

¹¹⁷ Alfi Darwis, N.Y. Kondowangko, D W.K. Baderan., “Indeks dan Kerapatan Stomata Pada Daun Tumbuhan *Bougainvillea glabra* Chois Sebagai Pencemaran Gas Buang Kendaraan Bermotor di Kota Gorontalo”, *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi*, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo (2013), h.11

¹¹⁸ Luki Anisa Nurul Fathia, Medha Baskara dan Sitawati, “Analisis Kemampuan Tanaman Semak di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Berat Pb”, *Jurnal Produksi Tanaman*, Vol.3, No.7, (Oktober 2015), h.531

Ukuran panjang dan lebar stomata yang menurun merupakan indikasi adaptasi tanaman terhadap pencemaran udara.¹¹⁹ Nindya Ayu dalam penelitiannya menambahkan, semakin dekat jarak tanaman angkana (*Pterocarpus indicus* Will) dari keramaian kendaraan ukuran stomata semakin mengecil dan sebaliknya semakin jauh jarak tanaman dengan tempat ramai kendaraan semakin meningkat pula ukuran stomatanya. Membesar (membuka) dan mengecil (menutup) ukuran stomata terjadi untuk mengatur keluar masuknya kadar air dalam daun agar tidak terjadi kekurangan kadar air yang menyebabkan kekeringan dan layu pada tanaman sekaligus untuk mengatur batas pengambilan CO₂ untuk fotosintesis.¹²⁰

Lingkungan yang banyak tercemar oleh adanya emisi menyebabkan penurunan ukuran stomata pada berbagai tanaman dibandingkan lingkungan yang tidak tercemar. Menurut Kramer dan Kozlowski dalam penelitian Era Agustiana, menyebutkan polutan udara dapat mempengaruhi ukuran stomata, yaitu menjadi lebih sempit. Uka dkk menambahkan, tanaman *Platanus orientalis* yang tumbuh di tempat terpolusi menunjukkan adanya penurunan ukuran stomata.¹²¹ Hal tersebut dilakukan sebagai adaptasi tanaman untuk membatasi

¹¹⁹ Ratnasari, "Karakteristik Morfologi, Anatomi dan Kandungan Klorofil Lima kultivar Tanaman Penyerap Polusi Udara *Sansevieria trifasciata*", Departemen Biologi FMIPA IPB, Bogor (Februari, 2015). h, 21

¹²⁰ Nindya Ayu Ingeswari, dkk, "Karakteristik Stomata Daun Angkana (*Pterocarpus indicus* Will) Berdasarkan Tempat yang Berbeda" *Prosiding Seminar Nasional II Kerjasama FKIP dan PSLK UMM*, (Maret 2016), h.894

¹²¹ Uka U.N. Hogarh J. dan Belford E. J. D., "Morpho-Anatomical and Biochemical Responses of Plants to Air Pollution". *International Journal of Modern Botany*, 7(1), 2017, h.2

masuknya polusi akibat emisi ke dalam stomata.¹²² Kehadiran polusi akibat emisi kendaraan (CO, HC, NO_x dan SO₂) merangsang sintesis asam amino prolin.¹²³ Peran asam amino prolin sebagai osmoprotektan terlihat sebagai penjaga sel stomata, dimana asam amino prolin disintesis sebagai upaya untuk membatasi polutan masuk kedalam stomata dengan cara mempersempit ukuran sel stomata. Ukuran sel stomata dan sel penjaganya yang menjadi lebih sempit atau kecil kemudian akan mempengaruhi pelebaran bukaan yang akan juga menjadi lebih sempit, sehingga dapat membatasi masukan polusi gas buang ke dalam jaringan daun.¹²⁴ Ivonne Fitri Mariay dalam penelitiannya pada tanaman jagung (*Zea mays*) mendapati bahwa, adanya hubungan antara lebar stomata dan kadar asam amino prolin. Hal ini diduga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terpolusi dan kondisi pasokan air dalam tanah yang menurun (terjadi cekaman air), dimana terjadi peningkatan kadar asam amino prolin yang kemudian diikuti dengan penyusutan sel stomata (perubahan ukuran stomata mengecil) dan akan berakibat terjadinya penutupan stomata sebagai pencegah agar transpirasi tidak terlalu tinggi waktu persediaan air terbatas sekaligus untuk membatasi masuknya polusi gas buang kedalam stomata.

¹²² *Ibid*, h.2

¹²³ Ulo Niinemets dan Markus Reihsein, "Controls on the emission of plant volatiles through stomata: Differential sensitivity of emission rates to stomatal closure explained" *Journal Of Geophysical Research*, Vol. 108, No. D7 (Oktober, 2013), h.12

¹²⁴ Noverita S.V, "Efek Fisiologis Tiba (Pb) Dalam Tanaman dan Remediasi", Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional : Optimalisasi Pengelolaan Lahan dalam Upaya Menekan Pemanasan Global Mendukung Pendidikan Berbasis Pembangunan Berkelanjutan", (Februari, 2010), h.181

Pengamatan karakteristik stomata pada penelitian ini mendapati, stomata pada tanaman pucuk merah hanya ditemukan pada permukaan *abaxial* daun. Sehingga dapat diketahui tipe penyebarannya ialah tipe *apple* yang berarti stomata hanya pada permukaan *abaxial* daun (hipostomatik).¹²⁵ Mustika S dalam penelitiannya menyebutkan pula bahwa tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*), stomata hanya ditemukan pada permukaan bawah/*abaxial* daun. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Salisbury dan Ross, dalam bukunya fisiologi tumbuhan yang menjelaskan stomata umumnya hanya terdapat pada permukaan *abaxial* daun. Namun ada pula beberapa spesies ditemukan pada kedua permukaan daunnya (atas dan bawah).¹²⁶ Tanaman pucuk merah memiliki tipe stomata anomositik. Tipe stomata anomositik yaitu dicirikan dengan sel penutup yang dikelilingi oleh sejumlah sel yang tidak berbeda ukuran maupun bentuknya dari sel epidermis lain.¹²⁷ Sejalan dengan penelitian Mustika S. yang mendapati bahwa tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) memiliki tipe stomata anomositik.

Stomata berfungsi sebagai pintu gerbang (masuknya) CO₂ dan keluarnya uap air ke daun atau dari daun dengan lingkungan sekitar.¹²⁸ Besar dan kecil pembukaan stomata merupakan regulasi terpenting yang dilakukan tumbuhan,

¹²⁵ Elis Tambaru, Identifikasi Karakteristik Morfologi dan Anatomi Stomata *Flacourtia Inermis* Roxb. di Kawasan Kampus UnHas Tamalanrea Makassar, *Jurnal Alam dan Lingkungan* , Vol.6 No.11, 2015, hl.39

¹²⁶ Frank B Salisbury dan W Ross, *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. (Bandung :ITB, 1995), h. 78

¹²⁷ Dorly, dkk. "Studi Anatomi Daun dari Tiga Anggota Suku Malvaceae di Kawasan Waduk Jatiluhur", *Jurnal Proceeding Biology Education Conference* , Vol.13, No.1, (2016), h.611

¹²⁸ Asep Zainal Mutaqin, dkk, "Studi Anatomi Struktur Daun Mangga (*Mangifera indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan". *Jurnal Biodjati*, Vol.1 No.1 (November 2016), h. 14

dimana tumbuhan berusaha memasukkan karbon dioksida sebanyak mungkin namun mengeluarkan air sedikit mungkin untuk mencapai efisiensi pertumbuhan yang optimal. Apabila CO₂ di atmosfer meningkat, tumbuhan tidak perlu melakukan bukaan stomata secara maksimum untuk mencapai kadar CO₂ optimum di dalam daun, dengan demikian laju pengeluaran air dapat dikurangi.¹²⁹

E. Hasil Penelitian Sebagai Alternatif Sumber Belajar

Materi biologi berkaitan erat dengan bagaimana mencari tahu dan memahami alam secara sistematis. Sehingga ilmu biologi tidak melulu mengenai kumpulan tentang pengetahuan berupa fakta, konsep ataupun prinsip saja, melainkan juga suatu proses penemuan. Pembelajaran ilmu biologi diharapkan bisa dijadikan jembatan oleh peserta didik untuk mempelajari diri pribadi dan juga alam sekitar.

Biologi dalam proses pembelajarannya juga menekankan pada pemberian pengalaman langsung dengan memberikan kegiatan berupa percobaan. Hal ini ditujukan untuk mengembangkan kompetensi peserta didik agar mampu menjelajah dan memahami alam sekitar secara ilmiah, sehingga kemampuannya berfikir analisis dalam penyelesaian masalah yang terkait peristiwa alam disekitar

¹²⁹ Gutti Gratimah, "Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO₂ Antropogenik di Pusat Kota Medan". (Skripsi Prodi Biologi, FMIPA, USU, Sumatera Utara, 2013), h.15

dapat berkembang. Salah satu sub-konsep dalam materi biologi adalah tentang fotosintesis.

Penelitian tentang karakteristik stomata daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) berkaitan dengan fotosintesis. Fotosintesis merupakan sintesis karbohidrat dari bahan-bahan anorganik (CO_2 dan H_2O) pada tumbuhan berpigmen dengan bantuan cahaya matahari dan klorofil, kemudian dihasilkan karbohidrat dan melepaskan O_2 . CO_2 masuk ke dalam daun dan O_2 dikeluarkan melalui stomata. Selain itu, stomata termasuk dalam bagian tumbuhan sebagai tempat terjadinya penyerapan polutan dan secara langsung berinteraksi dengan jaringan mesofil.

Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu sarana belajar bagi peserta didik di SMA kelas XII semester ganjil pada sub konsep dalam materi pelajaran biologi yaitu mengenai fotosintesis. Menurut kurikulum tahun 2013 (Kurtilas), Kompetensi dasar yaitu melakukan percobaan dan penyusunan laporan hasil eksperimen terkait cara kerja enzim, fotosintesis, respirasi anaerob secara tertulis dengan berbagai media.

Hasil penelitian karakteristik stomata daun pucuk merah (*Syzygium oleana*) ini diimplementasikan dalam bentuk panduan praktikum untuk peserta didik sebagai salah satu sumber belajar. Panduan praktikum tersebut dibuat dengan memperhatikan prosedur dan struktur yang tepat supaya dapat digunakan

sebagai sumber belajar yang baik. Panduan dibuat berupa lembar kegiatan yang berisi materi, cara kerja, tabel hasil pengamatan dan pertanyaan-pertanyaan yang menggali kemampuan kognitif peserta didik.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa: adanya peningkatan jumlah stomata dan kerapatan stomata serta terjadinya penurunan ukuran sel stomata pada tanaman pucuk merah (*Syzygium oleana*) pada areal lingkungan dengan konsentrasi polutan yang cukup tinggi. Hal tersebut merupakan respon tanaman akibat hadirnya polutan dari aktivitas transportasi. sebagai adaptasi tanaman untuk mengurangi terdifusinya emisi sekaligus penurunan ukuran sel stomata agar membatasi masuknya polusi gas buang kedalam jaringan mesofil.

B. Saran

Setelah disimpulkan agar tulisan yang dihasilkan oleh peneliti lebih bermanfaat, maka sebaiknya :

1. Guru biologi dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai salah satu referensi belajar pada sub materi fotosintesis.
2. Peserta didik diharapkan dapat menggunakan hasil penelitian sebagai penambah ilmu dalam pemahaman materi fotosintesis.

3. Peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan terkait karakteristik stomata pada jenis tanaman lain dengan melakukan pengukuran faktor lingkungan, mengingat penelitian ini hanya terbatas pada jenis tanaman yang sama dan faktor lingkungan yang diamati hanya pada emisi kendaraan.



DAFTAR PUSTAKA

- Ai, Nio. Song. "Evolusi Fotosintesis pada Tumbuhan", *Jurnal Ilmiah Sains*, No.1. April 2012.
- Anisa, Luki N.F., dkk. "Analisis kemampuan Tanaman Semak di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Berat Pb", *Jurnal Produksi Tanaman*, No.7, Oktober 2015.
- Campbell, N. A. dan J. B. R, *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 2*. Jakarta: Erlangga, 2008.
- Christenhusz, MJM; Byng, JW. "The Number of known Plants Species in the Word and its Annual Increase". *Magnolia Press*, 261 (3), 2016.
- Deselina, dkk. "Keragaan Stek Pucuk *Syzygium oleina* terhadap Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Rootone-F dan Komposisi Media Tanam". *Jurnal Akta Agrosia*, No.2, 2015.
- Dorly dkk. "Studi Anatomi Daun dari Tiga Anggota Suku Malvaceae di Kawasan Waduk Jatiluhur", *Jurnal Proceeding Biology Education Conference*, No.1, 2016.
- Eriawati, "Karakteristik Morfologi Daun di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Sebagai Referensi Morfologi Tumbuhantle". (*Prosiding Seminar Nasional Biotik. Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh*), 2017.
- Fathia, L. A. N., "Analisis Kemampuan Tanaman Semak di Median Jalan Dalam Menyerap Logam Berat Pb", *Jurnal Produksi Tanaman*, No 7, 2015.
- Garty, E. A.. "Photosynthesis, Chlorophyll Integrity, And Spectralreflectane In Lichens Exposed To Air Pollution". *Jurnal Environmental Quality*, Vol 30., 2010.

- Gratimah, G, "Analisis Kebutuhan Hutan Kota Sebagai Penyerap Gas CO₂ Antropogenik di Pusat Kota Medan". Prodi Biologi, FMIPA, USU, Sumatera Utara, 2013.
- Haryanti, S.. "Jumlah dan Distribusi Stomata Pada Beberapa Spesies Tanaman Dikotil dan Monokotil". *Jurnal Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, No.2, 2010.
- Hidayati, S. R. "Analisis Karakteristik Stomata, Kadar Klorofil dan Kandungan Logam Berat Pada Daun Pohon Pelindung Jalan Kawasan Lumpur Porong Sidoarjo". *Skripsi Jurusan Fakultas Sinstek dan Teknologi Universitas Negeri Malang*, Malang, 2009.
- Hogarh J, Uka U.N., dan B. E. J. D. "Morpho-Anatomical and Biochemical Responses of Plants to Air Pollution". *International Journal of Modern Botany*, 7(1), 2017.
- Ingeswari, N. A. dkk, "Karakteristik Stomata Daun Angsana (*Pterocarpus indicus* Will) Berdasarkan Tempat yang Berbeda". (In *Prosiding Seminar Nasional II Kerjasama FKIP dan PSLK UMM*), Malang: Universitas Muhammadiyah Malang, 2016.
- Izza, F., & Laily, A. N.. "Karakteristik Stomata Tempuyung (*Sonchus arvensis* L .) dan Hubungannya dengan Transpirasi Tanaman di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang". *Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*, 2015.
- Jaya, Abrar Brata, dkk. "Perbandingan Karakteristik Stomata Daun Pohon Leguminosae Di Hutan Kota Universitas Hasanuddin Dan Di Jalan Tamalate Makassar". *Jurusan Biologi FMIPA Hasanudin*. 2014.
- Juairiah, Lina. "Studi Karakteristik Somata Beberapa Jenis Tanaman Revegetasi di Lahan Pascapenambangan Timah di Bangka". *Jurnal Pendidikan Biologi*. No.2, Agustus 2014.
- Kimball, John. W. *Biologi Umum*, Jakarta : Erlangga, 1998.
- Kondowangko, Alfi Darwis, N. Y. dan D. W. K. B., "Indeks dan Kerapatan Stomata

Pada Daun Tumbuhan *Bougainvillea glabra* Chois Sebagai Pencemaran Gas Buang Kendaraan Bermotor di Kota Gorontalo". *Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo*. 2013.

Lakitan, Benyamin. *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada, 1993.

Lestari, Grasinia dan Ira Puspa kencana. *Tanaman Hias Lanskap Cetakan 1*. Jakarta : Penenbar Swadaya, 2015.

Liani, Febrianita, 'Pengaruh Emisi Kendaraan Bermotor Terhadap Luas Daun Dan Indeks Stomata Pada Daun *Pterocarpus Indicus* Willd Sebagai Tanaman Pelindung Di Jalan Teuku Umar Dan Jalan Endro Suratmin Bandar Lampung' (skripsi Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Institut Agama Islam Negeri Raden Intan Lampung), 2017.

Megalina, Yeni. "Pengaruh Pencemaran Udara Di Daerah Terminal Amplas Bagi Kehidupan Masyarakat". *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, Vol. 1*, Maret 2015.

Mitra, Wik, S.K Irenaeus, T.K.S., Gurung, M.R. dan Pathak, P. "Taxonomy and Importance of Myrtaceae". *Acta Hortic*. 2012.

Musa, A. Y. M.. *Tafsir Al-Quran Hidayatul Insan Jilid 2 dari Surah Al-A'raaf sampai Surah Thaha*, 2013.

Mutaqin, A. Z., Budiono, R., Setiawati, T., Nurzaman, M., & Fauzia, R. S. "Studi Anatomi Stomata Daun Mangga (*Mangifera Indica*) Berdasarkan Perbedaan Lingkungan", *Jurnal Biodjati*, 1 (1), November 2016.

Muziansyah, D., Rahayu Sulistyorini dan Syukur Sebayang, "Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi (Studi Kasus: Terminal Pasar Bawah Ramayana Kota Bandar Lampung)". *JRSDD, Vol. 3*(No.1) Maret, 2105.

Narbuko, C. dan Abu. A. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Bumi Aksara, 2008.

Ngili, Yohanis, *Biokimia Dasar*. Bandung: Rekayasa Sains, 2010.

Niinemets, Ulo, dan M. R. "Controls on the emission of plant volatiles through stomata: Differential sensitivity of emission rates to stomatal closure explained". *Journal Of Geophysical Research*, Vol. 108 (No. D7), Oktober 2017

Nurandini, A.. "Anatomi Jaringan Daun dan pertumbuhan Tanaman *Celocasia cristata*, *Chataranthus roseus*, dan *Ghomphrena glosoba* pada Lingkungan Udara Tercemar". *Bogor*, 2011.

Nurmaningsih, D. R. "Analisis Kualitas Udara Ambien Akibat Lalu Lintas Kendaraan Bermotor di Kawasan Coyudan Surakarta". *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol.3, No.2, Maret 2013.

Papuangan, Nurmaya, N. dan M. D. "Jumlah dan Distribusi Stomata Pada Tanaman Penghijau di Kota Ternate". *Jurnal BIOEBUKASI*, 3(1), 2014.

Purti, riska merdekawati. "Jumlah dan Ukuran Stomata pada Daun Glodokan (*Polyalthia longifolia*) di Jalan Tun Abdul Razak dan di Area Kampus UIN Alauddin Makasar". (Skripsi Program Biologi UIN Aluddin, Makasar), 2015.

Rachmawati, 'Uji Pencemaran Udara Oleh Partikulat Debu Di Terminal Lebak Bulus Berdasarkan Bioindikator Stomata Pada Tanaman Glodokan (*Polyalthia Longifoia*)' (Program Sudi Biologi Jurusan MIPA UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta), 2013.

Rahayu, Wiwin, "Laju Fotosintesis dan Kandungan Pb Daun Pucuk Merah" (*Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas MIPA UNY), 2017.

Ratnasari. "Karakteristik Morfologi, Anatomi dan Kandungan Klorofil Lima kultivar Tanaman Penyerap Polusi Udara *Sansevieria trifasciata*". *Departemen Biologi FMIPA IPB, Bogor*. Februari 2015.

RI, D. A. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Diponegoro, 2013.

Sa'duddin, M. P. H. "Beban Emisi Sektor Transportasi Di Kota Yogyakarta". *FSTPT*

International Symposium, (Unila, Bandar Lampung), Agustus 2015.

Salisbury, Frank B dan W Ross. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung, ITB, 1995.

Sarudji, D. *Kesehatan Lingkungan*. Bandung: Karya Putra Darwati, 2010.

Satolon, A. W., Novri Y. K. dan Abubakar Sidik Katili. " Analisis Kadar Klorofil, Indeks stomata dan Luas daun Tumbuhan Mahoni (*Swietenia maccrophylla* King) Pada Beberapa Jalan di Gorontalo". *Jurnal Program Studi Biologi Fakultas MIPA, UIN, Gorontalo*, 2011.

Seet, Rupranayan. "Responses in Plants Exposed to Dust Pollution". *Horticulture International Journal*, Vol.1 Issue.2, Noverber 2017.

Sembiring, dkk. "Karakteristik Minyak Atsiri dari Daun Tanaman Pucuk Merah (*Syzygium oleina*)". *Jurnal Faperta*, No.2, Oktober 2015.

Sengkey, Sandri. L. "Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro". *Jurnal Ilmiah Media Engineering, Universitas SamRatulangi, Sam Ratulangi*, Vol.1, 2011.

Setiadi, Dede. "Keanekaragaman Spesies Tingkat Pohon di Taman Wisata Alam Ruteng, Nusa Tenggara Timur". *Jurnal Biodiversitas*, No.2, 2006.

Suhaimi. "Pengaruh Kadar Timbal (Pb) Terhadap Kerapatan stomata dan Kandungan Klorofil Pada Glodokan (*Polyalthia longifolia* Sonn) Sebagai peneduh Kota di Langsa". *Journal of Islamic Science and Technology*, No.1, 2017.

Suradinata, Tatang . *Struktur Tumbuhan*. Bandung: Angkasa, 1998.

Tambaru, E. "Identifikasi Karakteristik Morfologi dan Anatomi Stomata Flacourtia Inermis Roxb. di Kawasan Kampus UnHas Tamalanrea Makassar. *Jurnal Alam Dan Lingkungan*, Vol. 6, No.11. 2015.

Utomo, Budi. *Fotosintesis Pada tumbuhan, Karya Ilmiah*. Medan : Universitas Sumatera Utara. 2007.

Waryanti, Irawan Sugoro, Dasumiati. "Angsana (*Pterocarpus indicus*) Sebagai Bioindikator Untuk Polusi Di Sekitar Terminal Lebak Bulus". *Al-Kauniyah Jurnal Biologi*. Vol. 8. No.1, April 2015.

Winarno, J. "Studi Emisi Kendaraan Bermesin Bensin Pada Berbagai Merk Kendaraan dan Tahun Pembuatan". *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Janabadra Yogyakarta, Yogyakarta*, 2014.

Wijaya, K, A. "Penggunaan Tumbuhan Sebagai Bioindikator Dalam Pemantauan Pencemaran Udara". *Jurnal Prodi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh*, 2006.

Yudha, G. P., Zozy Aneloi dan M. Idris "Pertumbuhan Daun Angsana (*Pterocarpus indicus Willd*) dan Akumulasi Logam Timbal (Pb)", *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, No 2, 2013.

Zulkarnain, La. O. A. dan A. Razak. "Analisis Vegetasi dan Visualisasi Profil Vegetasi Hutan di Ekosistem Hutan Tahura Nipa-Nipa di Kelurahan Mangga Dua Kota Kediri". *Ekogreen*, Vol. 1 (No. 1), April 2015.

(Ai, 2012; Anisa et al., n.d.; Campbell, 2008; Deselina, 2015; Dorly dkk, 2016; Eriawati, 2017; Fathia, 2015; Gratimah, 2013; Haryanti, 2010; Ingeswari, 2016; Izza & Laily, 2015; Jalan & Makassar, 2014; Kondowangko, Alfi Darwis, 2013; Mitra, Wik, S.K Irenaeus, T.K.S., Gurung, M.R. dan Pathak, 2012; MJM, 2016; Musa, 2013; Mutaqin, Budiono, Setiawati, Nurzaman, & Fauzia, 2016; Narbuko, 2008; Nurandini, 2011; Purti, 2015; RI, 2013; Satolon, 2011; Sekitar & Lebak, 2015; Setiadi, 2006; suhaimi, 2017; suradinata, 1998; Tambaru, 2015; Yudha, 2013(Hogarh J, Uka U.N., 2017; Niinemets, Ulo, n.d.; Nurmaningsih, n.d.; Papuangan, Nurmaya, 2014; Ratnasari, n.d.; Sarudji, 2010; Winarno, 2014; Zulkarnain, n.d.)

(Garty, 2010; Muziansyah, n.d.; Wijaya, K, n.d.))



Lampiran 1

Gambar 1 : Titik Lokasi Pengambilan Sampel



Keterangan:

1. Rektorat
2. GSG
3. MASJID
4. DEKANAT F. DAKWAH
5. AKADEMIK PUSAT
6. DEKANAT F. SYARIAH
7. PERPUSTAKAAN PUSAT
8. ASRAMA
9. LAPANGAN BOLA
10. DEKANAT F. USHULUDDIN
11. DEKANAT F. TARBİYAH DAN KEG
12. DEKANAT F. EKONOMI DAN BISN
13. Gedung ICT
14. Mushola Tarbiyah
15. Gedung Pusat Bahasa
16. Tempat Parkir Rektorat
17. Tempat Parkir FDIK
18. Tempat Parkir Fakultas Syariah
19. Tempat Parkir Fakultas Tarbiyah 1
20. Tempat Parkir Fakultas Tarbiyah 2
21. Tempat Parkir Fakultas Ushuludiin
22. Tempat Parkir Perpustakaan UIN
23. Tempat Parkir FEBI
24. Tempat Parkir Akademik

Keterangan : keberadaan tanaman pucuk merah di tandai dengan adanya titik dan bulatan warna merah pada gambar di samping.



0 100 200 300 m
0 1 2 3 cm

Skala 1:10.000

